



DIPLOMARBEIT

Herr
Simon Grutsch

**Wirtschaftlichkeitsanalyse
zweier Softwareprogramme im
Bereich Haustechnikplanung**

2013

DIPLOMARBEIT

Wirtschaftlichkeitsanalyse zweier Softwareprogramme im Bereich Haustechnikplanung

Autor/in:

Herr Simon Grutsch

Studiengang:

Wirtschaftsingenieurwesen

Seminargruppe:

KW09w2IA

Erstprüfer:

Prof.Dr.rer.oec. Volker Tolkmitt

Zweitprüfer:

Dipl.Ing.(FH) Andreas Riedmann

Einreichung:

Mittweida, 2013

Bibliografische Angaben

Grutsch, Simon:

Wirtschaftlichkeitsanalyse zweier Softwareprogramme im Bereich Haustechnikplanung.

Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,

Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Diplomarbeit, 2013

Kurzfassung

Die nachstehende Arbeit behandelt die Wirtschaftlichkeitsanalyse zweier Softwareprogramme im Bereich der Haustechnikplanung. Ergebnis dieser Arbeit ist die Herbeiführung einer Investitionsentscheidung aus zweierlei Alternativen. Es handelt sich dabei jeweils um ein zwei- und dreidimensionales Softwareprogramm. Im ersten Abschnitt der Arbeit werden Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsanalyse, das computerunterstützte Planen, sowie Softwarelösungen im Bereich der Gebäudetechnik und den damit verbundenen Planungsprozess in technischen Ingenieurbüros erläutert. Die Analyse wird anhand eines Beispiels im Bereich der Gebäudetechnik durchgeführt.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	VII
VORWORT	VIII
1 EINLEITUNG.....	- 9 -
1.1 AUFGABENSTELLUNG	- 9 -
1.2 ZIELSETZUNG	- 12 -
1.3 METHODIK.....	- 14 -
2 BEGRIFFLICHER BEZUGSRAHMEN	- 16 -
2.1 BEGRIFFE DER HAUSTECHNIKPLANUNG/GEBÄUDETECHNIKPLANUNG	- 16 -
2.1.1 <i>Warum Projektmanagement?</i>	- 16 -
2.1.2 <i>Der Begriff der Planung</i>	- 19 -
2.2 BEGRIFFE RUND UM CAD SOFTWAREPROGRAMME	- 21 -
2.2.1 <i>C-Technologien auf einem Blick</i>	- 21 -
2.2.2 <i>Was bedeutet Software?</i>	- 23 -
2.3 BEGRIFFE DER WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE	- 25 -
2.3.1 <i>Was bedeutet Wirtschaftlichkeit?</i>	- 25 -
2.3.2 <i>Der Investitionsbegriff</i>	- 26 -
3 HAUSTECHNIKPLANUNG	- 27 -
3.1 ÜBERSICHT PLANUNGSPHASEN UND PLANUNGSMATERIAL	- 27 -
3.1.1 <i>Grundlagenermittlung</i>	- 28 -
3.1.2 <i>Vorentwurf</i>	- 28 -
3.1.3 <i>Entwurf</i>	- 29 -
3.1.4 <i>Einreichung</i>	- 30 -
3.1.5 <i>Projektplanung</i>	- 31 -
3.1.6 <i>Ausschreibung</i>	- 32 -
3.1.7 <i>Mitwirken der Vergabe</i>	- 32 -
3.1.8 <i>Örtliche Bauaufsicht</i>	- 33 -
3.1.9 <i>Objektbetreuung</i>	- 33 -
4 CAD SOFTWAREPROGRAMME	- 34 -
4.1.1 <i>Geschichte des CAD</i>	- 34 -
4.1.2 <i>Autodesk Auto CAD</i>	- 36 -
4.1.3 <i>Autodesk Revit</i>	- 36 -
5 WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE	- 39 -
5.1 VERGLEICHE AUF BASIS QUALITATIVER KRITERIEN.....	- 40 -
5.1.1 <i>Vergleich der Vor- und Nachteile qualitativer Kriterien</i>	- 40 -
5.1.2 <i>Auswahl des Verfahrens</i>	- 41 -
5.1.3 <i>Kosten-Wirksamkeits-Analyse</i>	- 41 -
5.2 BERÜCKSICHTIGUNG DER UNGEWISSHEIT BEI WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN	- 45 -
5.2.1 <i>Einfluss durch Risikozuschläge</i>	- 46 -
5.2.2 <i>Berechnen von Alternativen</i>	- 46 -

5.2.3	<i>Sensitivitätsanalyse</i>	- 46 -
6	WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG VON AUTO CAD UND REVIT ANHAND EINES BEISPIELS IM BEREICH DER GEBÄUDETECHNIK	- 48 -
6.1	ZUMTOBEL DORNBIRN NEUBAU HALLE 7	- 48 -
6.1.1	<i>Allgemeine Projektbeschreibung</i>	- 48 -
6.1.2	<i>Technische Beschreibung</i>	- 50 -
6.1.2.1	Bauphysikalische Berechnungsdaten	- 50 -
6.1.2.2	Heizungs- und Kälteanlagen	- 51 -
6.1.2.3	Lufttechnische Anlagen	- 52 -
6.1.2.4	Sanitärtechnische Anlagen	- 54 -
6.2	KOSTEN-WIRKSAMKEITS-ANALYSE ANHAND VON AUTO CAD UND REVIT	- 55 -
6.2.1	<i>Zielanalyse</i>	- 55 -
6.2.2	<i>Erfassen von Nebenbedingungen bzw. Teilzielen</i>	- 57 -
6.2.3	<i>Alternativenbestimmung</i>	- 58 -
6.2.4	<i>Kostenanalyse</i>	- 58 -
6.2.5	<i>Wirksamkeitsanalyse</i>	- 65 -
6.2.6	<i>Zeitliche Harmonisierung</i>	- 68 -
6.2.7	<i>Berücksichtigung von Ungewissheit</i>	- 69 -
6.2.8	<i>Kosten-Wirksamkeits-Matrix</i>	- 69 -
7	SCHLUSS	- 70 -
7.1	ERGEBNIS UND ERKENNTNIS	- 70 -
7.2	UMSETZUNG	- 71 -
7.3	EMPFEHLUNGEN	- 72 -
	LITERATURVERZEICHNIS	- 74 -
	EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	- 78 -

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
AG	Arbeitgeber
AN	Arbeitnehmer
BAIK	Bundeskammer für Architekten und Ingenieurkonsulenten
BIM	Building Information Modeling
bzw.	beziehungsweise
CAD	computer aided design – computerunterstütztes Konstruieren
DIM	Dimensionierung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DVB	Druckverlustberechnung
ebd.	ebenda
EG	Erdgeschoß
etc.	et cetara (lat. und so weiter)
f.	folgend
ff.	fortfolgend
GE	Geldeinheit
ggf.	gegebenfalls
GPL	Gesamtprojektleiter
HKLS	Heizung-, Kälte-, Lüftung- und Sanitärtechnik
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KWA	Kosten-Wirksamkeits-Analyse
LE	Leistungseinheit
LU	Leistungsumfang
LV	Leistungsverzeichnis
ME	Massenermittlung
OB	Objektbetreuung
OG	Obergeschoß
ÖNORM	Österreichisches Normungsinstitut
OÜ	Objektüberwachung
PM	Projektmanagement
PS	Projekt Support
S.	Seite
SC	Solar Computer (Software Programm)
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
tsd.	Tausend
UG	Untergeschoß
Vgl.	Vergleiche
z.Bsp.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Umsatzstärkste Anbieter von Softwarelösungen europaweit in [tsd.€]	- 10 -
Abbildung 2: Methoden zur Auswahl einer Software.....	- 11 -
Abbildung 3: Vor- und Nachteile der Auswahlverfahren.....	- 11 -
Abbildung 4: Planausschnitt Auto CAD 2D Planung	- 13 -
Abbildung 5: Planausschnitt Revit 3D Planung.....	- 14 -
Abbildung 6: Grundstruktur des Projektmanagements.....	- 16 -
Abbildung 7: Das System des Projektmanagements	- 19 -
Abbildung 8: Einflussfaktoren auf die Planung	- 20 -
Abbildung 9: Übersicht Leistungsphasen TGA Gewerk	- 27 -
Abbildung 10: Planinhalte der Projektphasen	- 27 -
Abbildung 11: Sketchpad von Ivan Sutherland	- 35 -
Abbildung 12: Übersicht Wirtschaftlichkeitsrechnungen	- 39 -
Abbildung 13: Zumtobel Dornbirn Halle 7	- 49 -
Abbildung 14: Erfolgsfaktoren in Planungsbüros	- 55 -
Abbildung 15: Geplante Technologie-Investitionen in den nächsten 18 Monaten ...	- 56 -
Abbildung 16: Einteilung der Zielkriterien	- 57 -
Abbildung 17: Zeitaufwandsvergleich je Gewerk	- 58 -
Abbildung 18: Zeitaufwand je Projektphase.....	- 59 -
Abbildung 19: Zeitaufwandsvergleich der Berechnungen je Variante	- 60 -
Abbildung 20: Gesamtzeitaufwand je Variante	- 61 -
Abbildung 21: Anschaffungskosten Auto CAD/Revit.....	- 64 -
Abbildung 22: Gesamtkosten je Variante.....	- 65 -
Abbildung 23: Fragenkatalog.....	- 67 -
Abbildung 24: Bestimmung des Gesamtnutzen	- 68 -
Abbildung 25: Kosten-Wirksamkeit-Matrix	- 69 -

Vorwort

Schon in meiner Schulzeit gab es die Möglichkeit sich im Fach Konstruktionsübung und Produktentwicklung zwischen einem zweidimensionalen und dreidimensionalen Softwareprogramm zu entscheiden. Ich entschied mich für das Programm der zweidimensionalen Darstellung im Glauben, mir mit diesem Programm Zeit zu sparen. In den Anfangsphasen der Planung erwies sich die Entscheidung als richtig, merkte jedoch zunehmend, dass mich im Laufe des Planungsprozesses meine Mitschüler, die die andere Variante wählten, mich mit ihrem Planungsfortschritt überholten. Spätestens nach Abschluss der in einem Planungsprozess notwendigen Berechnungen war der Zeitpunkt gekommen, wo ich mir Gedanken über den Vorgang beider Varianten gemacht habe und mich dabei erkennen ließ, dass die dreidimensionale Planung genau in diesem Punkt ihren Vorteil besaß. In einem österreichischen Generalunternehmen mit über 400 Mitarbeitern ist man mit derselben Problematik konfrontiert. In der glücklichen Lage genau zu dieser Zeit in diesem Unternehmen zu arbeiten, kamen wir nach einigen Terminen mit der Geschäftsleitung zum Entschluss, sich diesem Thema anzunehmen und das Thema genauer zu analysieren und daraus diese Arbeit zu verfassen. Ich möchte einerseits auf die Wichtigkeit des Auswahlprozesses für das richtige Planungsinstrumentes eines Unternehmens hinweisen und gleichzeitig die Entscheidung für eines der beiden Programme wissenschaftlich belegen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich mich bei jenen Personen im Unternehmen bedanken, die mir das Verfassen dieser Arbeit ermöglichten. Einen weiteren Dank möchte ich meinen Betreuern, Herrn Prof.Dr.rer.oec. Volker Tolkmitt und Herrn DI(FH) Andreas Riedmann aussprechen, die immer ein offenes Ohr für meine Anliegen gehabt haben und mich sachlich in der Abwicklung dieser Arbeit unterstützt haben.

1 Einleitung

Rationalisierung und Optimierung sind Maßnahmen in Unternehmen, die immer mehr an Bedeutung gewinnen. Schlagwörter wie optimale Kapazitätsauslastung, Kostentransparenz oder Qualitätsmaximierung sind Kriterien die einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil gerade in technischen Planungsbüros darstellen. Dem Druck dieser Optimierung kann nur durch den Einsatz geeigneter Arbeitsmittel der zur Optimierung des Ressourceneinsatzes führt, entgegengewirkt werden, andererseits ist es unmöglich, Projekte im Bereich der Gebäudetechnik wirtschaftlich abschließen zu können und für einen positiven Gesamterfolg eines Unternehmens beizutragen. Die richtige Wahl ist durch die große Anzahl an Anbietern am Markt schwierig herbeizuführen. Der Technologiewandel der dreidimensionalen Darstellung ist zunehmend in allen Branchen zu beobachten. Die grundlegende Frage dabei ist herauszufinden, ob der Wandel mit der Technik durch Umstellung standardisierter Softwarelösungen im Bereich der Haustechnik vorteilhaft ist oder nicht.¹

1.1 Aufgabenstellung

Die 50er Jahre gelten als die Geburtsjahre der rechnerunterstützten Konstruktion. Damals wurden durch das MIT (Massachusetts Institute of Technology) Programmiersprachen wie FORTRAN und APT zur Entwicklung von Werkzeugmaschinen benutzt. Der Auswahlprozess an Programmen war damals unvergleichlich trivialer, da es nur sehr wenige Anbieter gab.² Heute ist die Firma Autodesk weltweiter Marktführer im Bereich der CAD Softwarelösungen. Mit ihrem Flaggschiff-Produkt Auto CAD dominieren Sie seit rund 25 Jahren dieses Gewerbe. Auto CAD ist zum Inbegriff der CAD Welt geworden und gilt in Konstruktions- als auch Designstudios weltweit als Standard-Software.³ Europaweit ist die Marktführerschaft seit 2010 an den Konzern Nemetschek übergegangen, was für einen hart umkämpften Machtkampf sorgt und erkennen lässt, dass nicht nur ein Unternehmen, sondern mehrere Softwareanbieter sich am Markt zu etablieren versuchen.

¹ Vgl. Deltek 2012, S. 23.

² Vgl. Bernatz/Lämmelin/Rodrian 1990, S. 3.

³ Vgl. Autodesk 2013-1, Stand: 19.06.2013

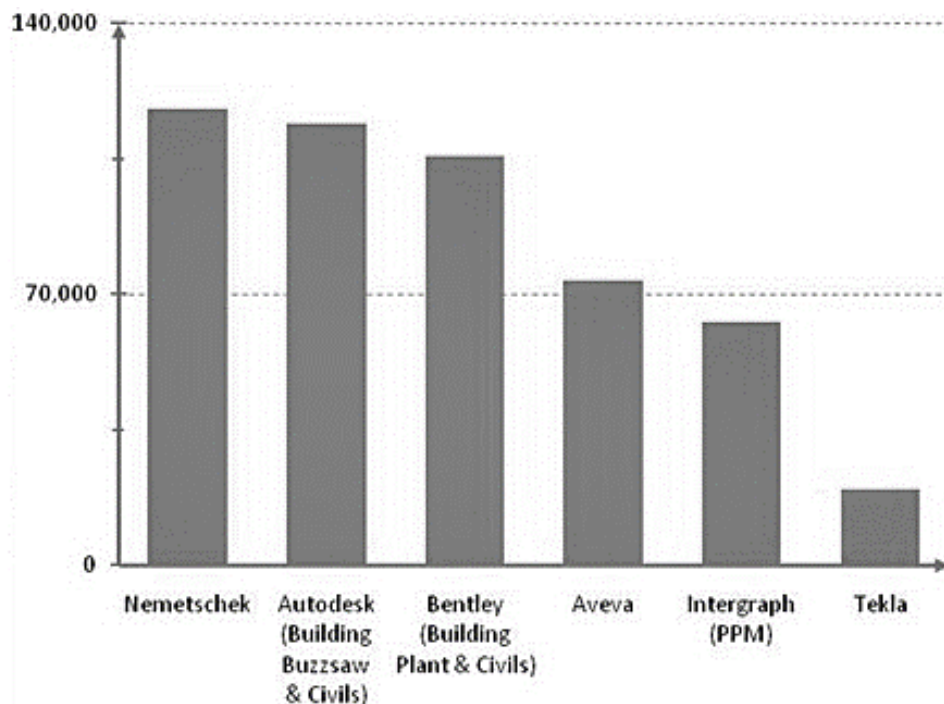
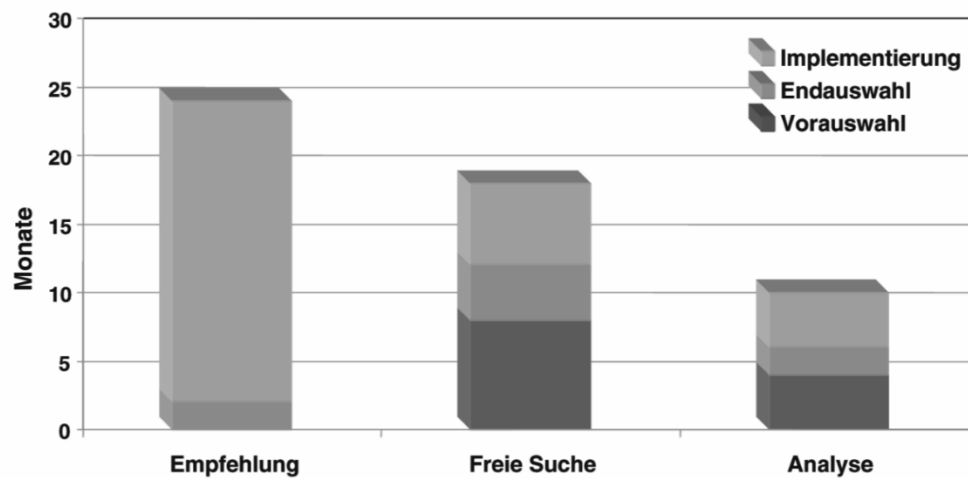


Abbildung 1: Umsatzstärkste Anbieter von Softwarelösungen europaweit in [tsd.€]⁴

Durch die Anzahl der Anbieter und ihren immer noch größeren Offert an Produkten, wird die Auswahl eines speziellen Produktes für ein Unternehmen zu einer großen Aufgabe die nicht zu unterschätzen ist. In vielen Unternehmen wird die Auswahl an Softwarelösungen zur computerunterstützten Konstruktion meist „aus dem Bauch heraus“ getroffen, wobei dies im späteren Planungsprozess und auch in der Implementierungsphase häufig zu großen Problemen führt. Die folgende Grafik zeigt, wie sehr eine Analyse die Zeit für die Implementierung verkürzen kann. Durch die Auswahl einer Standardsoftware durch Empfehlungen ist die Auswahlphase sehr kurz, da das Produkt nicht weiter geprüft wird. Das Problem dabei lässt sich anhand der zeitintensiven Einführung erkennen. Durch eine aufmerksame Analyse und die Überprüfung des Programmes anhand eines praktischen Beispiels, können folglich schwerwiegende Schäden durch Ändern einer Standardsoftware verhindert werden.

⁴ Quelle: Cambashi 2013, Stand: 15.07.2013.

Abbildung 2: Methoden zur Auswahl einer Software⁵

Die Erfahrung zeigt, dass eine Software-Auswahl an sich wertschöpfend ist und sich daher die investierte Zeit sowie Kosten durch strukturiertes Vorgehen während der Implementierungsphase schnell wieder bezahlt machen.⁶

	Empfehlung	Freie Suche	Analyse
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • geringer personeller Aufwand • geringer "Kompetenzbedarf" 	<p>--</p> <p>(Aufwand an Ressourcenverfügbarkeit anpassbar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • geringes Investitionsrisiko • transparente Entscheidung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • hohes Investitionsrisiko • lange Implementierung 	<ul style="list-style-type: none"> • hohes Investitionsrisiko • sehr hoher Aufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • "Kompetenzbedarf" • mittlerer Aufwand

Abbildung 3: Vor- und Nachteile der Auswahlverfahren⁷

⁵ Quelle: Scherer 2003, S. D31.

⁶ Vgl. Scherer 2003, S. D32.

⁷ Quelle: Scherer 2003, S. D31.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist der wirtschaftliche Vergleich der bereits bestehenden Standardsoftware Auto CAD mit dem Programm Revit, das in einem österreichischen Unternehmen seit knapp einem Jahr in Verwendung ist. Rund 50 Prozent der Mitarbeiter im Bereich der Gebäudetechnik wagen den Umstieg auf das neue Programm aufgrund skeptischer Zeitinvestitionen in der Anfangsphase eines Projektes nicht und wollen noch immer auf das Standardprogramm Auto CAD ausweichen mit dem Argument, sich damit Zeit zu ersparen. Wie aus den ersten Zeilen dieses Absatzes zu erkennen ist, werden die beiden Programme im Nachhinein analysiert und wird laut Hoffmeister als Nachschaurechnung im Bereich der Investitionsrechnungen bezeichnet.⁸ Diese wird aufgestellt um Transparenz für alle Ebenen zu schaffen. Von Management bis Anwender sollte nach Abschluss dieser Arbeit eine eindeutige Analyse vorliegen, wobei nach dem Wirtschaftlichkeitsprinzip dem effizienteren Programm der Vorzug für die Bearbeitung und Ausführung weiterer Projekte im Bereich der Gebäudetechnik gegeben wird. „Ein Softwareprojekt ist dadurch gekennzeichnet, dass eine bestimmte Leistung (Quantität, Funktionsumfang) mit einer erwarteten Qualität innerhalb einer vorgegebenen Projektdauer zu budgetierten Kosten geliefert werden soll.“⁹ Aus diesem Zitat sind die drei Hauptfaktoren Zeit, Kosten, Qualität zu erkennen, die wesentlich für die Einführung einer geeigneten Software sind und zum Wissensmanagement eines Planungsbüros gehören.¹⁰ Die dreidimensionale Planung hat sich im Bereich des Maschinenbaus seit einigen Jahren behauptet. Im Bereich Gebäudetechnik ist dieser Wandel zunehmend zu beobachten. Es gibt weniger Anbieter wie im Maschinenbau, jedoch lässt sich ein Innovationsschub im Bereich 3D Planung und damit verknüpftem BIM (Building Information Modeling) auch in diesem Bereich erkennen. Um den Anschluss an diesen Innovationsschub nicht zu verpassen, wurde das Programm Revit eingeführt. Revit soll durch den Einsatz von 3D Konstruktion die bestehende Standardsoftware Auto CAD durch höhere Effizienz ersetzen.¹¹

⁸ Vgl. Hoffmeister 2007, S. 24.

⁹ Heim 1999, S.91.

¹⁰ Vgl. Goldhammer 2012, S. 11.

¹¹ Vgl. Autodesk 2013-2, Stand: 22.07.2013.

Unter Auto CAD ist ein computerunterstütztes Zeichenprogramm zu verstehen, das in sehr vielen unterschiedlichen Branchen verwendet wird. Vorwiegend dient es zur Planung im zweidimensionalen Raum, da die 3D Funktionen weit aus nicht den Anforderungen im Bereich der TGA gerecht werden. Nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des Outputs von Auto CAD in zweidimensionaler Darstellung.

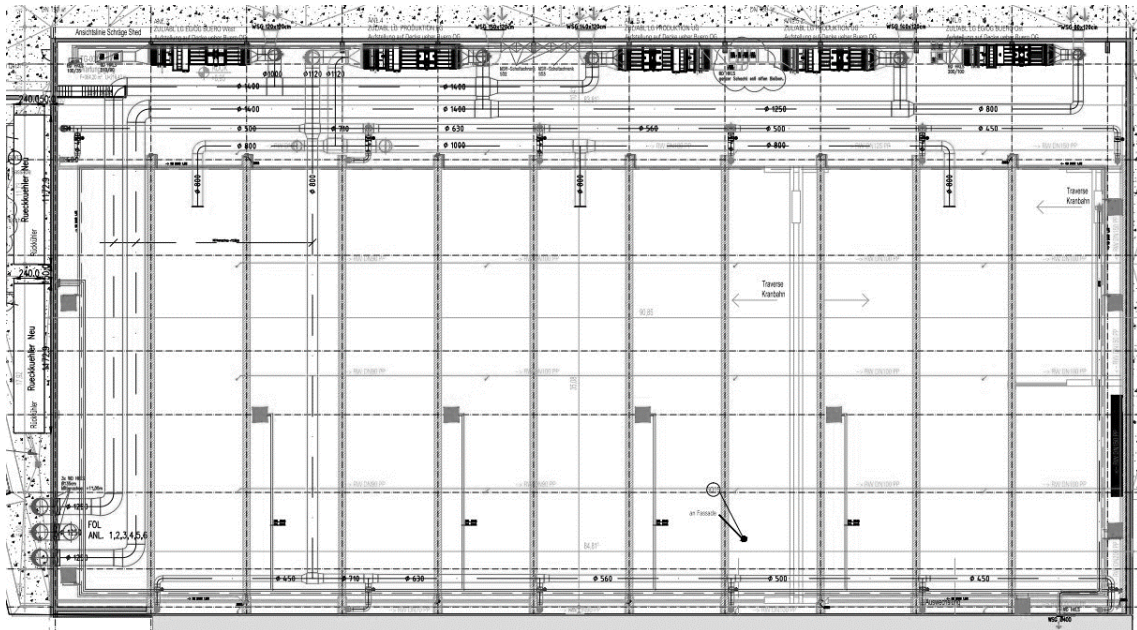


Abbildung 4: Planausschnitt Auto CAD 2D Planung¹²

Zu den Planungsleistungen eines Ingenieurs im Bereich der Gebäudetechnik gehört nicht nur die Plandarstellung, sondern auch die Darstellung und Durchführung von Berechnungen, Dimensionierungen und Massenermittlungen. Demzufolge ist das Programm Revit durch die Vorteile laut Anbieterangaben prädestiniert für den Einsatz im Bereich der Gebäudetechnik. BIM ermöglicht, die aus einer Datenbank dargestellten dreidimensionalen Objekte in Bauteillisten auszuwerten und Berechnungen durchzuführen. Somit soll eine effizientere Dokumentation im gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes erreicht werden.¹³ Diese Vorteile werden anhand eines Liveprojektes getestet und in die Entscheidungsfindung miteinfließen. Nachfolgende Abbildung zeigt einen Planausschnitt des Programmes Revit in dreidimensionaler Darstellung.

¹² Quelle: eigene Darstellung.

¹³ Vgl. Autodesk 2013-2, Stand: 22.07.2013.

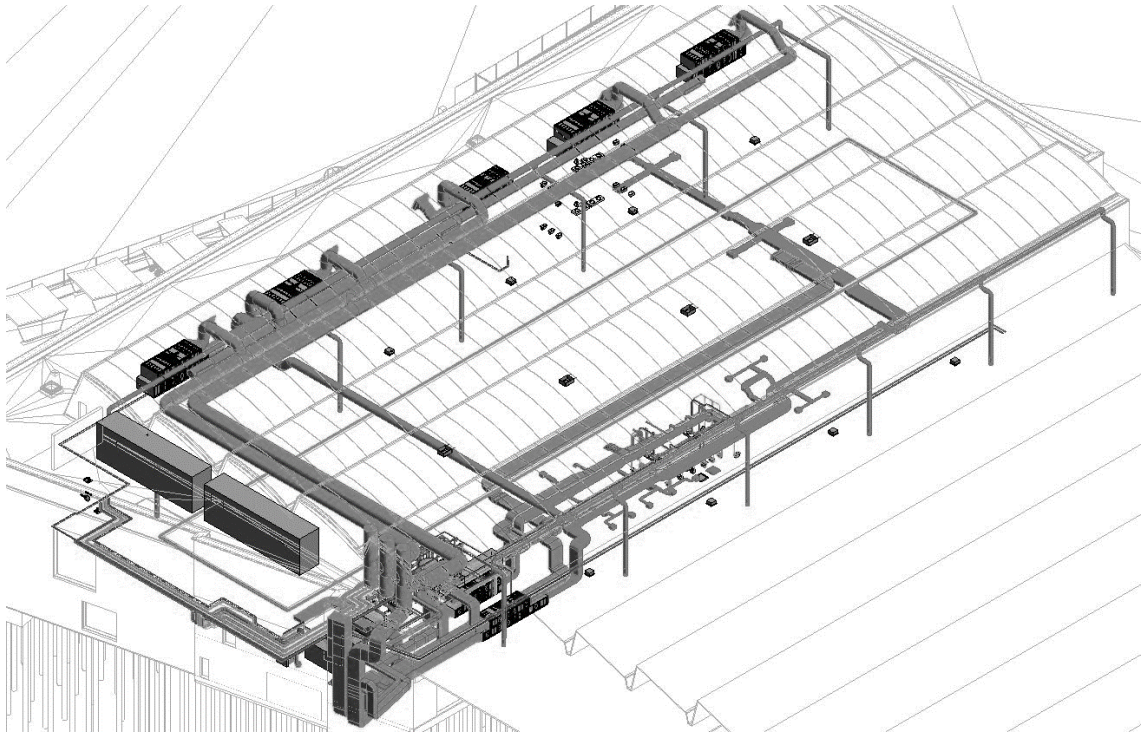


Abbildung 5: Planausschnitt Revit 3D Planung¹⁴

1.3 Methodik

Der Aufbau dieser Arbeit wird mit diesem Punkt kurz und bündig beschrieben. Anfangs werden die Begrifflichkeiten, die im Zuge dieser Arbeit wichtig sind definiert. Um welche Begriffe es sich dabei handelt verrät der Titel dieser Arbeit „Wirtschaftlichkeitsanalyse zweier Softwareprogramme im Bereich der Haustechnikplanung“. Wie auch die Begriffe werden die Grundlagen von hinten nach vorne der Reihe nach erläutert, beginnend mit der Theorie zur Haustechnikplanung. Hier ist im Zusammenhang dieser Arbeit wichtig, welchen der Inhalt dieses Berufsfeldes hat. Hört man den Begriff der Planung im allgemeinen Sprachgebrauch, wird dieser immer im Zusammenhang mit Architektur verstanden. Die Planungsphasen in die sich die Fachplanung der Haustechnik gliedert werden im Kapitel 3 näher gebracht. Zudem ist der Inhalt der einzelnen Phasen notwendig um den Aufwand, der in der späteren Zeitanalyse auch mittels Planungsphasen gegenüber gestellt wird, zu verstehen. Nachdem das Berufsfeld bekannt ist, wird die Entwicklung von computerunterstütztem Zeichnen etwas näher gebracht. Daneben

¹⁴ Quelle: eigene Darstellung.

werden die bestehende Standardsoftware Auto CAD und die bei der Analyse gegenüber gestellten Software Revit näher beschrieben. Der 5. Hauptpunkt mit dem Titel Wirtschaftlichkeitsanalyse stellt den Schluss des theoretischen Abschnittes dar. Hier werden anfangs allgemeine Methoden zur Wirtschaftlichkeitsberechnung aufgezeigt mit etwas tieferen Einblicken in die Theorie der Kosten-Wirksamkeits-Analyse und warum gerade dieses Verfahren für die Analyse dieser Arbeit herangezogen wurde. Das 6. Kapitel umfasst den speziellen Teil dieser Arbeit. Hier werden die soeben beschriebenen theoretischen Ansätze in der Praxis umgesetzt. Es handelt sich wie in Punkt 6.1.1 beschrieben um eine Produktionshalle. Die technische Ausstattung die es in dieses Gebäude zu planen gilt, ist in Punkt 6.1.2 beschrieben. Der wohl spannendste Moment ist die Auswertung in Punkt 6.2. Hier wird die KWA an einem praktischen Beispiel angewendet. Für die Zeitanalyse wurde der gesamte Planungsverlauf betrachtet und in die verschiedenen Gewerke und Planungsphasen gegliedert. Die Kosten wurden aus dem Ergebnis der Zeitanalyse, welche die Personalkosten liefern und den Anschaffungskosten summiert. Die Wirksamkeiten wurden anhand der Zielkriterienanalyse und das Erstellen eines Fragenkataloges ausgewertet. Den Schluss bildet der 7. Hauptpunkt und vermittelt das allgemeine Ergebnis, dessen Umsetzung als auch Empfehlungen für weitergehende Auswahlprozesse als Erkenntnis dieser Arbeit.

2 Begrifflicher Bezugsrahmen

Das Kapitel definiert die im Zusammenhang der wirtschaftlichen Betrachtung vorkommenden Begrifflichkeiten. Dabei geht es hauptsächlich um Begriffe in den Bereichen Haustechnikplanung, Softwareprogramme und Wirtschaftlichkeitsanalyse.

2.1 Begriffe der Haustechnikplanung/Gebäudetechnikplanung

Haustechnik ist im allgemeinen Sprachgebrauch ein Synonym für Gebäudetechnik und somit auch im Zuge dieser Arbeit sinngemäß gleich zu verstehen. Die Leistung eines Ingenieurs im Bereich der Gebäudetechnik umfasst die Planung der Heizungstechnik, Sanitärtechnik, Lüftung, Kühlung bzw. Klimatisierung und Gasinstallationen.¹⁵

2.1.1 Warum Projektmanagement?

Dem Thema Projektmanagement kommt eine ganz besondere Bedeutung zu, da Ingenieure weitgehend den Teil ihrer Arbeit in der Organisationsform „Projekt“ abwickeln.¹⁶ Projektmanagement kann auf verschiedenste Weise betrachtet werden. Inhaltlich ist es jedoch bereits seit Jahren standardisiert und ist von der Grundstruktur branchenunabhängig. Planung, Vereinbarung, Steuerung und Abschluss definieren den Projektmanagementprozess.¹⁷

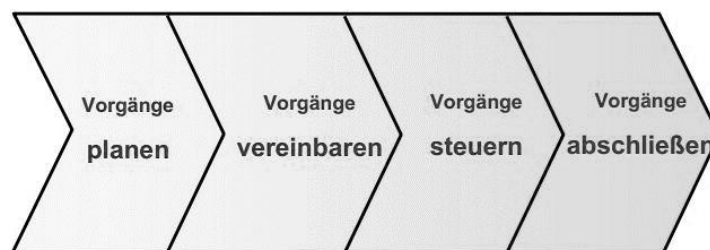


Abbildung 6: Grundstruktur des Projektmanagements¹⁸

¹⁵ Vgl. Klein 2008, S. 14.

¹⁶ Vgl. Daum/Greife/Przywara 2009, S. 122.

¹⁷ Vgl. Hradetzky 2012, S. 11.

¹⁸ Quelle: Hradetzky 2012, S.11.

Eine Studie besagt, dass nur 32% aller Projekte erfolgreich, 44% ihre Ziele nicht erfolgreich jedoch zu Ende und 24% ihre Projekte überhaupt nicht zu Ende brachten. Das Scheitern ist häufig auf ein schlechtes Projektmanagement zurückzuführen.¹⁹ Aus dem Begriff PM lassen sich die beiden Wörter Projekt und Management ableiten. Einerseits besteht er aus einer komplexen Aufgabe, also das als „Projekt“ bezeichnete Vorhaben. Andererseits aus dem Teil der vom Faktor Mensch beeinflusst wird um die Realisierung dieser Aufgaben zu ermöglichen, dem „Management“.²⁰

Das Projekt ist ein „Vorhaben, das im Wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z. B. Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle und andere Begrenzungen; Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben; projektspezifische Organisation.“²¹

Um den Projektbegriff neben dieser Definition etwas näher zu kommen werden einige Beispiele verschiedener Branchen aufgelistet:

- Entwicklung neuer Produkte (Airbus, Raumfähre, Pharmazeutikum)
- Planung, Bau und Inbetriebnahme von Anlagen (HKLS Anlagen, Kraftwerk)
- Neu- und Anpassungskonstruktion von Maschinen und Geräte (Verpackungsmaschine, Wasserturbine)
- Hochbau- und Tiefbauvorhaben (Fabrikgebäude, Hochregallager)
- Konzeption und Einführung von Organisationsänderung (Aufbauorganisation, Qualitätssicherung)
- Entwicklung und Einführung neuer Informationssysteme (CAD,CAM)

Wenn man diese Beispiele auf ihre Gemeinsamkeiten untersucht, lassen sie sich in folgende Charakteristiken erkennen:²²

- Abgrenzbare Einzelvorhaben mit definierten Anfang und Ziel
- Neuartig: Vorstoß an Grenzen des technologisch Machbaren
- Risikoreich (technisch, wirtschaftlich, terminlich)
- Komplexität
- Große Bedeutung für Unternehmen
- Termindruck

¹⁹ Vgl. Standish Group 2009, S. 1.

²⁰ Vgl. Hahn 2002, S. 12.

²¹ Deutsches Institut für Normung 1987, S. 1.

²² Vgl. Litke 2007, S. 19.

Eine andere Definition ist jene von Schröder: „Als Projekt kann jede Aufgabe bezeichnet werden, die einen definierbaren Anfang und ein definierbares Ende besitzt, die den Einsatz mehrerer Produktionsfaktoren für jeden der einzelnen, miteinander verbundenen und wechselseitig voneinander abhängigen Teilvorgänge erfordert, die ausgeführt werden müssen, um das dieser Aufgabe vorgegebene Ziel zu erreichen.“²³

Zu beachten ist, dass in vorliegender Arbeit zwischen zwei Projekten unterschieden werden muss. Einerseits das Projekt über die Entwicklung und Einführung neuer Informationssysteme von dem die Arbeit selbst handelt und andererseits das Projekt der Planung, Bau und Inbetriebnahme von Anlagen. Unter Projekt wird in dieser Arbeit immer der Begriff in Zusammenhang mit Bauprojekten verstanden, es sei denn, es wird explizit auf etwas anderes verwiesen.

Aus dem Blickwinkel des Managements betrachtet ergeben sich die Aufgaben und Lösungsansätze aus der komplexen Planung, Organisation und Steuerung.²⁴ Die Organisation beinhaltet auch den Ressourceneinsatz eines Unternehmens. Um ein Projekt wirtschaftlich positiv abschließen zu können, bedarf es immer noch effizientere Instrumente, die aus dem Zusammenspiel zwischen Management und Mitarbeiter gefunden werden müssen, um den immer stärker werdenden Kosten- und Termindruck entgegen zu wirken. Projekte werden daher nicht nur auf einer, sondern mehreren Ebenen geplant und gesteuert. Auch innerhalb der Projektorganisation bestehen Hierarchien von Verantwortungsträgern, die für ihre Entscheidungsebene agieren.²⁵ Ein funktionales Projektmanagement setzt die Betrachtung aller Ebenen und das Zusammenspiel zwischen ihnen voraus. So ist zum Beispiel die Erarbeitung dieser Analyse ein Beispiel dafür. Der Einsatz richtiger Instrumente ist zu einem Drittel verantwortlich für den Erfolg des Projektziels (siehe Abbildung 7). Durch Mitwirken der Mitarbeiter unterster Hierarchie, fließen neben den der Geschäftsführung bekannten Kosten und Zeitaufwände auch nicht monetäre Größen in die Investitionsentscheidung mit ein, die ebenfalls einen großen Teil für den Erfolg eines Projektes beitragen.²⁶ PM ist als Leitungs- und Organisationskonzept zu verstehen mit dem versucht wird, die Aufgaben und

²³ Schröder 1970, S. 17.

²⁴ Vgl. Hahn 2002, S. 12.

²⁵ Vgl. Hradetzky 2012, S.10

²⁶ Vgl. Hradetzky 2012, S. 10.

Schwierigkeiten einzelner Projektelemente nicht dem Zufall sondern zu einem bestimmten Zeitpunkt anhand von Projektorganisation, Projektleitung und den verwendeten Instrumenten zu planen und durchzuführen. Abbildung 7 zeigt die Zusammensetzung der Prozesse, die zu einem Projektziel führen.²⁷

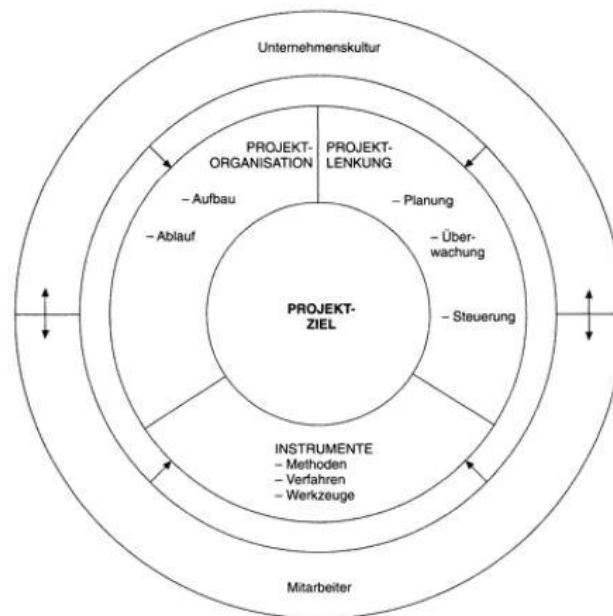


Abbildung 7: Das System des Projektmanagements²⁸

2.1.2 Der Begriff der Planung

Planung ist in Zusammenhang dieser Arbeit immer als Projektplanung zu verstehen und bildet die letzten zwei Silben des Wortes Haustechnikplanung.

Literaturrecherchen zufolge ist Planung ein Begriff der zu keiner eindeutigen Definition führt. In vielen Definitionen ist er als Gedanke einer darauf folgenden Tätigkeit oder als Vorwegnahme von Handlungsschritten, die zur Erreichung eines Ziels notwendig erscheinen, definiert. Die Ziele die diese Definition anspricht sind in diesem Fall Bauobjekte bzw. Systeme im Bereich der Haustechnik.

²⁷ Vgl. Litke 2007, S. 21.

²⁸ Quelle: Litke 2007, S. 22.

Hradetzky definiert den Begriff wie folgt: „...mehrstufiger Prozess, in dem ermittelt wird, welche Aktivitäten und welche und wie viele (vorgegebene oder zu minimierende) Ressourcen voraussichtlich benötigt werden, um ein (vorgegebenes oder zu maximierendes) Ziel oder Ergebnis in deiner bestimmten Qualität zu erreichen.“²⁹

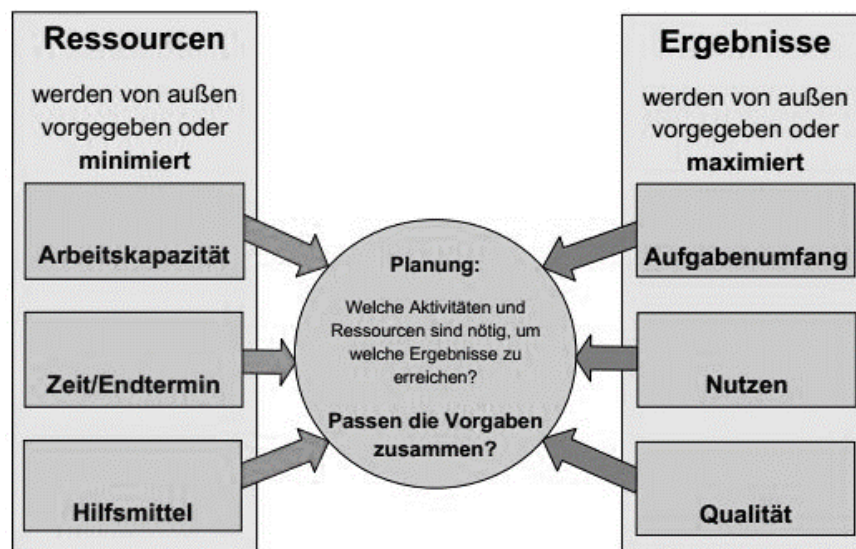


Abbildung 8: Einflussfaktoren auf die Planung³⁰

Wie eingangs bereits erwähnt, findet man hier die Faktoren Zeit, Kosten (abhängig von der Anzahl der Ressourcen) und Qualität wieder. Abbildung 8 zeigt, welcher Input für eine Planung relevant ist. Der AG (Arbeitgeber) gibt die gewünschten Ergebnisse vor. Das Ziel eines Planungsunternehmens ist es, durch die Parameter Arbeitskapazität, Zeit/Endtermin und Hilfsmittel die vorgegebenen Ziele zu erreichen.³¹ Je nach eingesetztem Hilfsmittel wird eine gewisse Anzahl an Ressourcen (Mitarbeiter) eingesetzt, woraus der Erfolg der Planung resultiert.

Unter dem Punkt Hilfsmittel werden in der Projektplanung die verwendeten Verfahren zur Durchführung des Planungsprozesses zu verstanden. Darunter fallen Standards, Tabellen, Formulare und auch CAD-Programme. Der wirtschaftliche Vergleich dieser Arbeit dient dazu, um aus zweierlei Alternativen von CAD Programmen sich für jenes

²⁹ Hradetzky 2012, S. 15.

³⁰ Quelle: Hradetzky 2012, S. 15.

³¹ Vgl. Hradetzky 2012, S.62

Hilfsmittel zu entscheiden, das den größeren Nutzen stiftet und eine effizientere Arbeitsweise gestaltet.³²

Der Leitsatz „Die Neuanschaffung von Hilfsmitteln muss in der Regel durch zuständige Entscheidungsinstanzen genehmigt werden. Bei einer guten Begründung und vor allem wenn sich das neue Hilfsmittel schon in diesem Projekt amortisiert, sollte dieser Weg nicht gescheut werden.“³³ fasst die in diesem Abschnitt erwähnten Punkte zusammen.

1. Haustechnikplanung geschieht auf mehreren Ebenen und sollte für Grundsatzentscheidungen gesamthaft betrachtet werden.
2. Für die Erreichung der Projektziele werden Hilfsmittel benötigt welche unter anderem auch CAD Softwareprogramme beinhaltet.
3. Durch die Einführung neuer Techniken können (durch genaue Analyse und Einsatz der richtigen Instrumente) Ressourcen (Mitarbeiter) minimiert und dadurch Kosten verringert werden.

2.2 Begriffe rund um CAD Softwareprogramme

Nachstehende Unterpunkte definieren die Begriffe und Zusammenhänge rund um das Thema CAD und Softwareprogramme. Neben diesen Definitionen wird die Zusammensetzung einer Software im Bereich der Haustechnikplanung beschrieben.

2.2.1 C-Technologien auf einem Blick

CAD, CAM und CIM sind Begriffe die im allgemeinen Sprachgebrauch immer wieder verwechselt werden. Für diesen Zweck sind in diesem Punkt alle gängigen „C“ Technologien beschrieben.

³² Vgl. Hradetzky 2012, S. 62.

³³ Hradetzky 2012, S. 62.

CAD

Computer Aided Design heißt rechnerunterstützte Bearbeitung aller Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten. Haustechnikplanung ist Konstruktionsarbeit und somit dem Gebiet des CAD zuzuordnen.³⁴

CAP

Der Begriff Computer Aided Planning umfasst Gebiete wie Fertigungs-, Montage- und Prüfvorbereitung. Der Begriff hat sich jedoch nicht wirklich behauptet und wird meist überschneidend mit anderen C Technologien verwendet.³⁵

CAM

Unter Computer Aided Manufacturing kann man alle in einem Produktionsvorgang vorkommende Abläufe verstehen die computerunterstützt möglich sind. Dazu zählen zum Beispiel Tätigkeiten im Bereich Transport, Lagerung, Handhabung und Fertigung. Das heißt, CAM ist im Prinzip die computerunterstützte Steuerung und Überwachung der Betriebsmittel, die für die Produktion eines Erzeugnisses notwendig sind, sowie der rechnerunterstützten Produktion bzw. Herstellung selbst.³⁶

CAQ

Computer Aided Quality Assurance bedeutet die rechnerunterstützte Planung und Durchführung der Qualitätssicherung.³⁷

CAE

Computer Aided Engineering ist ein Überbegriff und steht für den Rechnereinsatz in allen technischen Bereichen eines Unternehmens mit allen Aktivitäten wie CAD, CAP, CAM und CAQ.³⁸

³⁴ Vgl. Bernatz/Lämmelin/Rodrian 1990, S. 8.

³⁵ Vgl. Dreehsen 1994, S. 6.

³⁶ Vgl. ebd., S. 6f.

³⁷ Vgl. ebd., S. 7.

³⁸ Vgl. ebd., S. 5f.

CAO

Computer Aided Office beinhaltet die rechnerunterstützten Funktionen im kaufmännischen und verwaltenden Bereich wie zum Beispiel Beschaffung, Vertrieb, Personalwesen und Rechnungswesen.³⁹

CIM

Computer Integrated Manufacturing umfasst die Bereiche wie CAD, CAP, CAM, CAQ und PPS. Das heißt neben allen möglichen computerunterstützten Produktionsvorgängen zählen auch noch die zusammenhängenden Betriebsbereiche dazu. Dies setzt jedoch die Nutzung eines Netzwerkes, somit kann auf eine gemeinsame Datenbasis zugegriffen werden und es herrscht ein standardisierter Informationsaustausch, voraus.⁴⁰

PPS

Unter dem Begriff Produktionsplanungs- und Steuerungssystem ist die rechnerunterstützte Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsabläufen zu verstehen. Daneben zählen jedoch auch noch Aufgaben wie Angebotsbearbeitung, Versand, als auch Mengen-, Termin-, und Kapazitätskontrollen.⁴¹

2.2.2 Was bedeutet Software?

Um den Begriff Software definieren zu können ist die Kenntnis des generellen Aufbaus einer CAD Anlage notwendig. Ein CAD Arbeitsplatz besteht im Wesentlichen aus Hardware und Software. Hardware kommt aus dem Englischen, heißt Metallwaren und steht für alle tastbaren Geräte einer EDV Anlage. Zu unterscheiden gilt hier die

- Zentraleinheit
- und alle übrigen Peripheriegeräte

Software kommt aus dem Englischen und heißt Weichware und bezeichnet bei den EDV-Geräten alle Programme. Die Software kann unterschieden werden in

³⁹ Vgl. Dreehsen 1994, S. 6.

⁴⁰ Vgl. ebd., S. 7f.

⁴¹ Vgl. ebd., S. 8.

- Betriebssysteme
- Programmiersprachen
- Anwenderprogramme⁴²

Vordergründig wird meist die einfache Bedienbarkeit einer Anwendersoftware als Kriterium für die Leistungsfähigkeit herangezogen. Um die Kriterien der Software zu unterscheiden und bewerten zu können ist eine richtige Bedienung der Hardware, welche die Befehle gleichermaßen in die Anwendersoftware übersetzt, vorauszusetzen. Ein gutes CAD System erfordert eine Abstimmung zwischen Software, Hardware und die Sachkenntnis des Bedieners.⁴³ Bei der CAD-Software kann zwischen System-Software und Anwender-Software differenziert werden. Die System-Software beinhaltet Punkte wie Betriebssystem und Dienstprogramme. Dazu zählen allgemeine Bedienoberfläche und Übersetzungsprogramme um die Anwendungsprogramme bedienen zu können. Die Anwendungs-Software beinhaltet die Zeichnungserstellung und Konstruktion. Sie ist eigentlich der Teil des Systems das im Projektmanagement als Instrument betitelt wird. Im Zuge dieser Arbeit ist unter Software immer die Anwendungs-Software zu verstehen. Unter einer Vielfalt von Softwareprogrammen lassen sich drei Übergruppen dieser Software-Programme bilden:

- Produktionsbezogen (z.Bsp. nur für Fräsen verwendet)
- Branchenbezogen (z.Bsp. nur für Haustechnik)
- Anwendungsneutral (universell einsetzbar)⁴⁴

Produktspezifische Software-Systeme

Hierbei handelt es sich meist um Produktionsbetriebe die für einen gewissen Bereich spezialisiert sind. Ziel dabei ist es, die Eingabezeiten zur Steuerung von Maschinen zu reduzieren. Nachteil ist jedoch das kleine Spektrum in dem solche spezifischen Programme genutzt werden können.⁴⁵

⁴² Vgl. Bernatz/Lämmelin/Rodrian 1990, S.9.

⁴³ Vgl. ebd., S. 52.

⁴⁴ Vgl. ebd.

⁴⁵ Vgl. ebd.

Branchenspezifische Software-Systeme

Diese Programme werden in Betrieben verwendet die nur einen Bereich einer Branche bearbeiten.⁴⁶

Anwendungsneutrale Software-Systeme

Bilden den größten Anteil des Angebots an Anwendungsprogrammen was sich in ferner Zukunft auch nicht verändern wird. Der modulare Aufbau solcher Programme ist hier beinahe immer derselbe. Grundlage dabei ist die sogenannte Grund-Software. Auf diese aufbauend gibt es branchenspezifische Erweiterungsmodule. Der große Vorteil dabei ist die einfache Wartung, Erweiterung und Testbarkeit.⁴⁷

2.3 Begriffe der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse wird immer mit dem Thema Investition in Verbindung gebracht. Was Wirtschaftlichkeit und Investition bedeuten ist in den nächsten Unterpunkten beschrieben.

2.3.1 Was bedeutet Wirtschaftlichkeit?

Die Wirtschaftlichkeit ist eine Kennzahl und wird aus dem Verhältnis des Ergebnisses (Erträge) zum eingesetzten Mitteleinsatz (Aufwände) gebildet. Wirtschaftlichkeit liegt vor, wenn das Ergebnis größer oder gleich 1 ist.

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Ertrag [GE]}}{\text{Aufwand [GE]}} \geq 1 \quad ^{48}$$

Nach dem Wirtschaftlichkeitsprinzip ist bei einem Auswahlverfahren jene Alternative zu wählen, die die größte Wirtschaftlichkeit aufweist. Sind die Größen Ertrag und Aufwand mengenmäßig betrachtet spricht man von Produktivität, werden die Größen in Geldeinheiten gemessen spricht man von Wirtschaftlichkeit. Output kann demnach Ertrag,

⁴⁶ Vgl. Bernatz/Lämmelin/Rodrian 1990, S. 52.

⁴⁷ Vgl. ebd.

⁴⁸ Quelle: eigene Darstellung.

Leistung oder Nutzen entsprechen und Input Aufwand oder Kosten. Wirtschaftlichkeit ist eine Eigenschaft die sich aus Investitionen ableiten lässt. Grundsätzlich kann man sagen, dass eine Investition wirtschaftlich ist wenn,

- ...der Kapitalwert größer oder gleich Null ist.
- ...der interne Zinsfuß so groß ist wie der Kalkulationszinsfuß.
- ...der durchschnittliche jährliche Überschuss größer oder gleich Null ist.⁴⁹

2.3.2 Der Investitionsbegriff

Investition kommt aus dem lateinischen „investire“ und bedeutet das Einkleiden eines Unternehmens mit Sach-, Finanz-, und immateriellen Vermögenswerten. Sachinvestitionen können wiederum differenziert werden in:

- Gründungsinvestitionen
- Erweiterungsinvestitionen
- Rationalisierungsinvestitionen
- Ersatzinvestitionen

In vorliegender Arbeit befasst man sich mit der Rationalisierungsinvestition. Man ersetzt eine Standardsoftware durch eine neue, die dem Stand der Technik entspricht.

Die Phasen der Investitionsplanung lassen sich einteilen in:⁵⁰

- Planung
- Realisation
- Kontrolle
- Steuerung

Die Einführung des neuen Programmes wurde bereits auf höherer Ebene entschieden. Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse in diesem Sinne spielt sich in der Kontrollphase ab und wird wie eingangs bereits erwähnt als Nachschaurechnung bezeichnet. Das heißt es werden die theoretischen Ansätze die in den Phasen Planung und Realisation entwickelt worden sind mit tatsächlich vorliegenden Kosten und Nutzen kontrolliert und geprüft. Das Ergebnis stellt die Grundlagen für die Steuerung des Investitionsobjektes dar.

⁴⁹ Vgl. Bullinger u.a. 2003, S. 14.

⁵⁰ Vgl. Bullinger u.a. 2003, S. 17f.

3 Haustechnikplanung

3.1 Übersicht Planungsphasen und Planungsinhalt

Die Planungsphasen sind im Leistungsbild TGA der österreichischen Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten geregelt.

LPH	FACHPLANER	Leistungsphasen der Fachplanung und Fachbauleitung				
0	Projektvorbereitung					
1	Grundlagenermittlung					
2	Vorentwurfsplanung					
3	Entwurfsplanung					
4	Einreichplanung					
5	Projektplanung					
6	Ausschreibung					
7	Vergabe					
8	Bauaufsicht					
9	Mängeldokumentation					

Abbildung 9: Übersicht Leistungsphasen TGA Gewerk⁵¹

Der Planungsinhalt in den jeweiligen Phasen ist in der ÖNORM H6010-1 festgehalten.

Inhalt	Vor-ent-wurfs-pläne	Ent-wurfs-pläne	Ein-reich-pläne	Pro-jekt-plä-ne	Mon-tage-pläne	Be-stand-splä-ne
Abschnitt	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Grundrisse (Raumwidmungen)						
Grundrisse (Lage der Zentralen und ähnlich)						
Prinzipschemata						
Schnitte						
Bauangaben						
E-Angaben						
Behörden-Auflagen eintragen						
Steigleitungen und Verteilleitungen						
E-Angaben (nachführen)						
Technische Daten (nachführen)						
Montage-Maße eintragen						
Technische Daten aktualisieren						

Abbildung 10: Planinhalte der Projektphasen⁵²

⁵¹ Quelle: BAIK 2008, S. 3.

⁵² Quelle: ÖNORM 2008, S. 13.

3.1.1 Grundlagenermittlung

Die **Grundlagenermittlung** beschäftigt sich damit, die allgemeinen Aufgabenstellungen sowie die Ver- und Entsorgungsverhältnisse örtlich abzuklären. Dies geschieht meist durch örtliche Begehungstermine und Gespräche mit den jeweils zuständigen Behörden. In dieser Phase ist die Bearbeitung anhand CAD Softwareprogramme nicht relevant.⁵³

Output

- Fotos
- Notizen
- Listen

3.1.2 Vorentwurf

Beim **Vorentwurf** werden die Grundlagen analysiert. Dazu werden überschlägige Auslegungen der wichtigsten Systeme und Anlagenteile erarbeitet um einen Überblick über die Größe des Projektes zu bekommen. In diesem Zuge werden Prinzipschemen je Gewerk erstellt. Darauf finden einige Vorverhandlungen, die gemeinsam mit anderen fachlich beteiligten Personen besucht werden müssen, statt. In diesen Besprechungen untersucht man auch alternative Lösungsmöglichkeiten einschließlich der Klärung wirtschaftlicher Grundsatzfragen. Den Abschluss dieser Phase bildet die Kostenschätzung der TGA Gewerke.⁵⁴

Output

In der Vorplanung werden gebäudetechnisch jene Ansätze zu Papier gebracht, wie Sie von der Objektplanung ausgearbeitet wurden. Der Maßstab im Vorentwurf ist entsprechend der Größe des Objektes zu wählen. Bei Vorentwurf Planunterlagen sind folgende Inhalte abzubilden:⁵⁵

⁵³ Vgl. BAIK 2008, S. 6.

⁵⁴ Vgl. ebd.

⁵⁵ Vgl. ÖNORM 2008, S. 6f.

- Lage der Haustechnikzentralen, Haupttrassen, Hauptsteigstränge, Schächte, Sanitärräume
- Anordnung von zentralen Geräten wie Lüftungsgeräte, Heizkessel, Kältemaschine und Warmwasserspeicher.

3.1.3 Entwurf

Beim **Entwurf** geht es darum, das angestrebte Konzept in Absprache des Auftraggebers und des Architekten durcharbeiten. Das heißt, es werden alle Systeme und Komponenten festgelegt. Dies ist je nach Art und Benutzung des Gebäudes verschieden. Die typischen Gewerke im Bereich Gebäudetechnik sind:

- Abwasser, Wasser- und Gasanlagen
- Feuerlöschtechnik
- Wärme- und Kälteversorgungsanlagen
- Lufttechnische Anlagen
- Gebäudeautomation der technischen Gebäudeausrüstung.

Bemessungen und zeichnerische Darstellung sind auch Teil der Leistungen im Entwurf. Abschließend sind wiederum eine Zusammenstellung des Entwurfs mit Präsentation und eine Kostenberechnung zu erstellen.⁵⁶

Output

Die Entwurfsplanung ist die Fortführung der Vorentwurfsplanung.

Für die Planung im Entwurf sind folgende Planunterlagen zu erstellen:⁵⁷

- Lageplan (Erschließung/Infrastruktur/Sparten 1:500 oder 1:1000) bzw. in geeignetem Maßstab
- Alle Grundrisspläne 1:100 oder 1:200 bzw. in geeignetem Maßstab
- Alle Medienleitungen – Einstrichdarstellung
- Lüftung mit Dimensionsdarstellung (Zweistrich)
- Trassenbezeichnungen mit Dimensionsangaben, vorkoordiniert in der Lage
- Raumspezifische Angaben

⁵⁶ Vgl. BAIK 2008, S. 6f.

⁵⁷ Vgl. ÖNORM 2008, S. 7f.

- Schnittpläne mit Koordination wesentlicher Trassenführungen
- Vorkoordination der Haupttrassen
- Zentralenlayouts maßstäblich
- Lüftungsschema mit Luftvolumenströme
- Heizungsschema mit Leistungen, Temperaturen und Durchflussmengen
- Kälteschema mit Leistungen, Temperaturen und Durchflussmengen
- Sanitätschema mit Wassertemperaturen und Durchflussmengen

3.1.4 Einreichung

In der **Einreichung** werden die Unterlagen für die nach den öffentlich rechtlichen Vorschriften im bau- und gewerberechtlichen Verfahren erforderlichen Genehmigung bearbeitet. Eine weitere Leistung dieser Phase ist das Erstellen eines Technischen Berichts als Erläuterung zu den Genehmigungsplänen. Nach Einreichen dieser Unterlagen nimmt man als Fachplaner an den notwendigen Verhandlungen teil, um schlussendlich die Genehmigung zur Errichtung des Projektes in bau- und gewerberechtlicher Hinsicht zu erlangen.⁵⁸

Output

Die Genehmigungsplanung erfordert Unterlagen gemäß Abstimmung mit den örtlichen Vorlagevorschriften. Planungsunterlagen die hier relevant sind, sind meist sicherheitstechnischen Anlagen wie Druckbelüftung, Brandrauchabsaugung, etc. Die Planungstiefe ist hier von Projekt zu Projekt und den örtlichen Behörden unterschiedlich. Je nach Projektgröße ist das Verfahren der Genehmigung auch mit rein schriftlichen Unterlagen zu erledigen.⁵⁹

⁵⁸ Vgl. BAIK 2008, S. 7.

⁵⁹ Vgl. ÖNORM 2008, S. 8.

3.1.5 Projektplanung

In der **Projektplanung** werden die Ergebnisse der Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen, sowie unter Beachtung der durch die Objektplanung integrierten Fachleistung durchgearbeitet um eine ausführungsfähige Planung zu erzeugen. Zeichnerisch werden alle Anlagen mit Dimension als Grundlage für die Werk- und Montageplanung, die durch die ausführende Firma erstellt wird, dargestellt. Neben den fachspezifischen Plänen sind Schlitz- und Durchbruchpläne durch statisch relevante Bauteile zu erstellen. Schlitze und Durchbrüche in statisch nicht relevanten Bauteilen sind im LU des Werknehmers.⁶⁰

Output

In die Projektplanung fließen sämtliche von den Behörden vorgegebenen Auflagepunkte ein. Des Weiteren ist dies eine Fortschreibung der Einreichplanung mit aktualisierter Objektplanung. Folgende Planunterlagen werden in der Projektplanung erstellt:⁶¹

- Erstellen von Ausführungsplänen (sämtlicher Gewerke H/K/L/S) im Grundriss M 1:100 bzw. in einem geeigneten Maßstab
- Koordination sämtlicher Trassen (mit Elektro)
- Schemata
- Angaben von Temperaturen, Mengen, Leistungen etc.
- Schnitte durch kritische Bereiche
- Schachtbelegungspläne vermaßt
- Fortschreibung der Ausführungspläne auf den Stand der Ausschreibungsergebnisse
- Einstrichdarstellung im Grundriss für Heizung-, Kälte- und Sanitärleitungen M 1:100/M 1:200 mit Dimensionen, Materialdefinition
- Vermaßung von Großkomponenten für Heizung, Kälte und Sanitäranlagen
- Gerätebezeichnungen, Bauart
- Zweistrichdarstellung von Kanälen im Grundriss M1:100/M1:200 mit Dimensionen, Materialdefinition

⁶⁰ Vgl. BAIK 2008, S. 8.

⁶¹ Vgl. ÖNORM 2008, S. 8ff.

- Schnitte durch kritische Bereiche
- Aggregate Darstellung

3.1.6 Ausschreibung

Die **Ausschreibung** besteht in erster Linie aus der Massenermittlung. Daraus entsteht das Leistungsverzeichnis nach Leistungsgruppen auf Basis der abgeschlossenen Entwurfsplanung mit Aufstellung einer Leistungsbeschreibung.⁶²

Output

- Leistungsverzeichnis
- Massenermittlung
- Firmenvorschlagsliste

3.1.7 Mitwirken der Vergabe

Beim **Mitwirken der Vergabe** ist die rechnerische Überprüfung der Angebote einschließlich des Aufstellens eines Preisspiegels für die Teilleistungen zu tätigen. Daneben ist ein Mitwirken bei Verhandlungen der Bieter und Erstellen eines Vergabevorschlages, Aufstellen der Vergabewerte und Vergleich mit der Kostenberechnung und der Auftragserteilung zu erledigen.⁶³

Output

- Geprüfte Angebote
- Angebotseröffnungsprotokoll
- Preisspiegel
- Anfordern der Montagepläne - Montagepläne werden auf Basis der Ausführungspläne von ausführenden Firmen nach dem Vergabeprocédere gezeichnet.
Die Aufgabe des Planungsunternehmens hierbei ist, die Planung auf Richtigkeit

⁶² Vgl. BAIK 2008, S. 9.

⁶³ Vgl. ebd.

und Funktionalität zu überprüfen um ausführfähige Unterlagen auf die Baustelle weitergeben zu können.⁶⁴

3.1.8 Örtliche Bauaufsicht

Die **Örtliche Bauaufsicht** umfasst die Steuerung, Koordination, und Überprüfung der Einzelvorgänge und Abstimmung sämtlicher am Projekt Beteiligten. Hauptaufgabengebiete sind in dieser Phase

- Terminkontrolle
- Qualitätskontrolle
- Rechnungsprüfung
- Mitwirken bei wöchentlicher Erstellung der Baustellenberichte
- Überwachung auf Einhaltung der Baugenehmigungen, Bescheide, zu-treffende Bauordnung und andere Vorschriften⁶⁵

Output

- Freigegebene Rechnungen
- Protokolle
- Schriftverkehr

3.1.9 Objektbetreuung

Abschließende Leistungsphase ist die **Objektbetreuung**. Hier geht es darum die Gewährleistungen zu koordinieren und zu steuern.⁶⁶

Output

- Betreuung und Protokollierung Gewährleistungsmängel

⁶⁴ Vgl. ÖNORM 2008, S. 10ff.

⁶⁵ Vgl. BAIK 2008, S. 10.

⁶⁶ Vgl. ebd.

4 CAD Softwareprogramme

CAD bedeutet im allgemeinen Sinn rechnerunterstützte Konstruktion und Zeichnungserstellung. Neben dem Konstruieren bezieht CAD die dafür notwendigen Entwicklungstätigkeiten wie Planen, Konzipieren, Entwerfen und auch notwendigen Berechnungsverfahren mit ein. Der Begriff **Computer Aided Design** wurde in den sechziger Jahren von D.T. Roos aus den Vereinigten Staaten erfunden. Im heutigen Sprachgebrauch wird das Wort allgemeiner und somit für diverse EDV-unterstützte Konstruktions- und Entwicklungstätigkeiten benutzt.⁶⁷

4.1.1 Geschichte des CAD

Computergestütztes Planen ist heute über 40 Jahre alt. Seit den 80er Jahren hat CAD die Welt für den Gewerbebereich dramatisch verändert und ist selbst zu einem großen Gewerbe geworden. Ein sicherlich herausragender Moment war damals jener im Massachusetts Institute of Technology im Jahre 1962/63. Ivan Sutherland hat mit seinem Sketchpad-System einen großen Schritt in diesem Bereich gesetzt. Es wurden Computer für Berechnungen zu technischen Entwürfen zwar früher schon benutzt, jedoch war diese Erfindung die erste, die die Beeinflussung von Benutzern interaktiv zuließ. Mittels Lichtgriffel (Computer Zeigegerät), das direkt auf einen Röhrenbildschirm geführt wird konnte dabei gearbeitet werden. Das von Sutherland entwickelte Programm ermöglichte es, durch Berechnen der auftreffenden Positionen Linien etc. zu erstellen.⁶⁸

⁶⁷ Vgl. Dreeshsen 1994, S. 5.

⁶⁸ Vgl. Steadman 1990, S. 15.



Abbildung 11: Sketchpad von Ivan Sutherland⁶⁹

Die erste Version von Sketchpad erlaubte lediglich die Darstellung zweidimensionaler Entwürfe. T.E. Johnson entwickelte in einer späteren Version die Modellierung dreidimensionaler Objekte. Dabei wurde es möglich, perspektivische Ansichten von verschiedenen Blickpunkten darzustellen.⁷⁰ Durch die auch am MIT entstandene numerisch gesteuerte Drehbank ging die Entwicklung des CAD und dessen weiteren C-Technik Entwicklungen in Richtung Maschinenbau. Die Drehmaschine war in der Lage, Daten über einen Lochstreifen zu interpretieren und so Maschinenteile herzustellen. Mit der Entwicklung des APT (Automatic Programming of Tools) war es möglich, CAD und Fertigung zu verknüpfen. Heute ist dieser Vorgang als CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) Computerunterstützte Konstruktion/Computerunterstützte Fertigung bekannt. Die Verknüpfung dieser beiden Technologien war jedoch durchaus schwierig und behauptete sich erst in den 80er Jahren. Fest steht aber; die fünfziger und sechziger Jahre leisteten erhebliche Pionierarbeit und somit kann man behaupten, zweidimensionales Computer Zeichnen, dreidimensionales Computer Modellieren in diesen Jahren erfunden und die Vorhersage über eine künftige Verbindung zwischen Entwurf und Fertigung getroffen zu haben.⁷¹

⁶⁹ Quelle: Müller-Prove 2013, Stand: 20.07.2013.

⁷⁰ Vgl. Steadman 1990, S. 16.

⁷¹ Vgl. ebd., S. 16f.

4.1.2 Autodesk Auto CAD

Autodesk Auto CAD ist eines der bekanntesten CAD Softwareprogramme der Welt. Mit mehr als 3 Mio. verkauften Lizenzen ist es das weltweit meist benutzte CAD Programm. Auto CAD wurde von der Firma Autodesk entwickelt um einfache technische Zeichnungen zu erstellen. Heute umfasst die Produktpalette 3D Funktionen als auch einige Aufsatzmodule für Bereiche wie Architektur, Ingenieurwesen und Maschinenbau. Im Unterschied zum Programm Revit ist Auto CAD als vektrielles Zeichenprogramm aufgebaut was so viel heißt, dass die 3D Modelle aus einfachen Linien, Kreisen, etc. zusammengestellt wird und nicht aus intelligenten Systemen besteht. Ein intelligentes System wird benötigt um Berechnungen im Hintergrund durch die Konstruktion der Elemente automatisch mitlaufen zu lassen.

Auto CAD wird meist jedoch nicht alleine, sondern in Verwendung von Zusatzprogrammen verwendet. Bei der Betrachtung des Programmes in Rahmen dieser Arbeit wird Auto CAD mit dem Zusatzprogramm Pit CAD verwendet. Dieses Zusatzprogramm ist für den Einsatz im Bereich der Haustechnikplanung entwickelt worden. Es beschleunigt das Zeichnen von HKLS Leitungen/Kanälen und kann diese als Stückliste in Programmen wie zum Beispiel Excel auswerten. Das heißt das Programm besitzt bereits Ansätze von BIM (Building Information Modeling), erfüllt jedoch nicht alle Funktionen davon und ist somit mehr Zeichnungs- als Rechnungs- und Konstruktionsprogramm.⁷²

4.1.3 Autodesk Revit

Das Programm Revit, entwickelt von der Firma Charles River Software, ist ein Planungs- und Dokumentationssystem mit dem Entwürfe, Zeichnungen und Bauteillisten für Bauprojekte erstellt werden kann. Das Programm wurde 1999 erstmals unter der Version 0.1 herausgegeben. 2002 übernahm die Firma Autodesk das Produkt und entwickelte es bis heute zu einem der führenden Softwareprogramme im Bereich Generalplanung. Das Programm arbeitet mit BIM und gibt dadurch neben der Planung wertvolle Informationen und Zahlenwerte in jeder einzelnen Phase des Projektes bekannt, die für die gesamthafte Bearbeitung eines Projektes benötigt werden. Andere Firmen nennen diese Eigenschaft auch die 4. Dimension. Die Zeichnungen bzw. Pläne

⁷² Vgl. pit - cup, Stand: 10.05.2013.

sind eine Zusammenstellung von 2D, 3D Ansichten und Bauteillisten aus einer Gebäudemodelldatenbank. Diese Datenbank koordiniert alle in Zeichnungs- und Bauteillistenansichten eingegebenen Werte und verknüpft diese mit allen verschiedenen Darstellungen im Projekt. D.h. das Arbeitsmodell arbeitet mit parametrischen Werten, sodass eine Änderung in einer Ansicht in allen anderen Ansichten übernommen wird. Parametrisch ist der Begriff der die Beziehungen zwischen allen Elementen in einem Modell, die für die Koordination und Änderungs-Verwaltung in Revit zuständig ist, bezeichnet. Die Beziehungen werden entweder automatisch durch das Softwareprogramm oder durch den Benutzer selbst erstellt.

In folgender Auflistung sind Beispiele für parametrische Elementbeziehungen gegeben:

- Ein Lüftungsauslass ist auf eine Zwischenwand mit einer fixen Bemaßung positioniert. Verschiebt sich diese Zwischenwand durch den Architekten, bleibt die Position des Auslasses zur Zwischenwand relativ erhalten.
- Der Lüftungsauslass ist in einer Zwischendecke montiert. Verschiebt sich die Zwischendecke durch den Architekten, wird der Auslass automatisch mitverschoben.
- Lüftungsauslässe sind in einem bestimmten Raster aufgeteilt. Ändert sich die Größe eines Auslasses, bleibt der Achsabstand dennoch in einem geordneten Muster bestehen.

Eine weitere Eigenschaft einer BIM Anwendung ist jene der Koordination von Änderungen und die ständige Einhaltung der Konsistenz. Das bedeutet es ist nicht notwendig, die Zeichnung wie in einem 2D Programm zu regenerieren, sondern es reagiert beim Verschieben eines Elements sofort auf die Änderung und überträgt sie auf die darin verknüpften Elemente. Revit arbeitet im Grunde genommen mit zwei wesentlichen Konzepten; Zum einen ist es die selbstständige Erfassung der Beziehungen während des Planungsvorganges des Konstrukteurs, und zum anderen ist es der Ansatz zur Erweiterung der Gebäudeänderung. Durch den interdisziplinären Gedanken ist das Programm geschaffen für Generalunternehmen.⁷³ Das Zusatzprogramm das für den Bereich Haustechnik mit der Grundsoftware Revit verwendet wird, heißt Magi CAD. Magi CAD ist ein Aufsatzprogramm für Revit. Die Produktivitätssteigerung durch Magi

⁷³ Vgl. Autodesk 2013-3, Stand: 10.05.2013.

CAD ist durch die große Datenbank mit mehr als 200.000 vordefinierter Produkte namhafter Hersteller gegeben. Diese Produkte haben jegliche Eigenschaften, die für die haustechnischen Berechnungen notwendig sind, vordefiniert.⁷⁴

⁷⁴ Vgl. Magi CAD 2013, Stand: 14.05.2013.

5 Wirtschaftlichkeitsanalyse

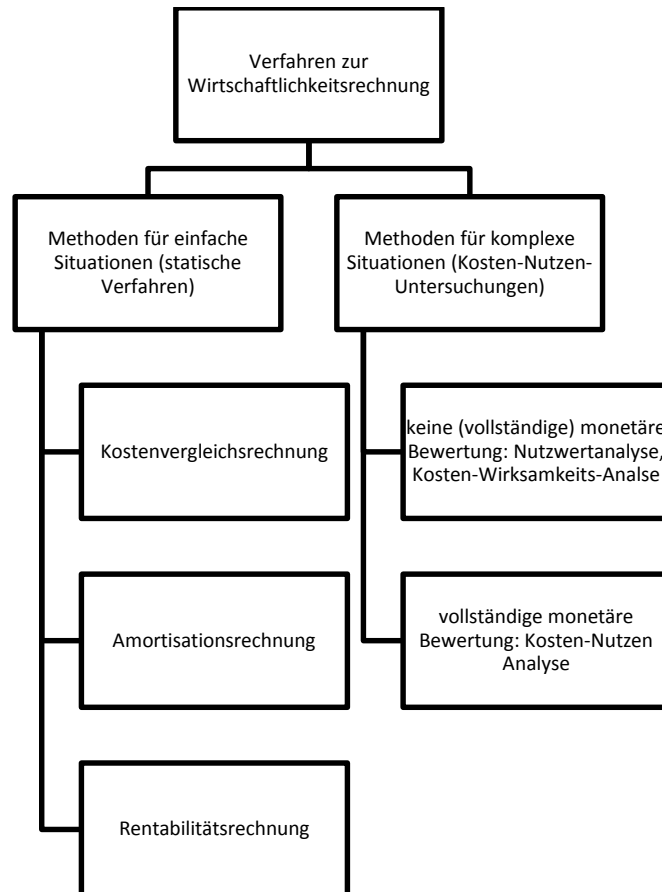


Abbildung 12: Übersicht Wirtschaftlichkeitsrechnungen⁷⁵

Wirtschaftlichkeitsrechnungen können grundsätzlich laut Reichard (1987) in „Methoden für einfache Situationen“ oder auch „statische Verfahren“ genannt und „Methoden für komplexe Situationen“ auch als „Kosten-Nutzen-Untersuchungen“ bekannt, eingeteilt werden. Neben den vorher angeführten Methoden gibt es jedoch weitere Verfahren für wirtschaftliche Vergleiche wie zum Beispiel die dynamischen Investitionsrechnungen. Dazu zählen die Kapitalwert-Methode, die interne Zinsfuß-Methode und die Annuitäten Methode. Aufgrund der Vielfalt der Verfahren stellt sich nun immer die Frage welches Verfahren schlussendlich eingesetzt werden soll? Die Aufwändigkeit der Rechenmethode sollte immer von der Objektgröße bzw. des Investitionsumfanges abhängen.⁷⁶ Im

⁷⁵ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Reichard 1987, S. 333.

⁷⁶ Vgl. Ringes 1976, S. 105.

Rahmen dieser Arbeit werden jedoch lediglich Kosten-Nutzen-Untersuchungen genauer betrachtet. Die Begründung dafür ist, dass bei einem Investitionsprojekt wie „die Einführung einer neuen Standard-Software“ nicht nur monetäre Kriterien betrachtet werden, sondern der Nutzen einer solchen Software bzw. die qualitativen Kriterien oft eine bedeutendere Rolle in Hinblick auf die Entscheidung haben als rein monetäre Kriterien.

5.1 Vergleiche auf Basis qualitativer Kriterien

Um eine Investition zu tätigen spielen nicht nur wertmäßige Kriterien, sondern auch nicht monetäre Kriterien, sogenannte qualitative Kriterien, eine Rolle. Diese nicht rechenbare Beurteilungsmaßstäbe können Konkurrenzsituationen, Möglichkeiten der Beschaffung von Kapital, Material und Ersatzteile oder Bedienbarkeit einer Anlage sein. Diese Kriterien spielen gerade im Software Bereich, wo Kosten nicht unbedingt das größte Entscheidungskriterium darstellen da die Spanne dafür zu eng ist, für den Entscheidungsprozess eine bedeutende Rolle.⁷⁷ Die Berechnungen dazu werden in den Bereich der Kosten-Nutzen-Untersuchungen gegliedert.

5.1.1 Vergleich der Vor- und Nachteile qualitativer Kriterien

Der Vergleich qualitativer Kriterien durch die Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile ist die einfachste Variante und unsystematischste Methode. Die Gegenüberstellung basiert auf den Recherchen und Meinungen des Planers und ist somit nicht ohne gewisse Subjektivität verbunden. Wenn diese Variante herangezogen wird ist es jedoch wichtig, diese konsequent zu verfolgen. Die Kriterien sind dabei nicht nur einmal zu überdenken sondern in Kreisen mit z.Bsp. fachkundigen Personen zu diskutieren um ggf. durch Einholung mehrerer Meinungen eine gewisse Objektivität in das Verfahren zu bringen.⁷⁸

⁷⁷ Vgl. Reisch 1979, S. 117.

⁷⁸ Vgl. Horst 2009, S. 24.

5.1.2 Auswahl des Verfahrens

Aus der großen Anzahl an Verfahren zur wirtschaftlichen Analyse wird im Zuge dieser Arbeit die Kosten-Wirksamkeits-Analyse als Entscheidungsverfahren eingesetzt. Dies hat folgende Gründe:⁷⁹

- Das vorliegende Softwareprojekt erfordert die Entscheidung unter Berücksichtigung qualitativer Kriterien und wird somit grundsätzlich mit Kosten-Nutzen-Untersuchungen analysiert.
- Da die Bewertungskriterien nicht ausschließlich monetär erfasst werden können ist die Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse kein Thema.
- Es kommen für die Entscheidungsfindung also nur die Nutzwertanalyse und Kosten-Wirksamkeits-Analyse zum Einsatz. Bei der Nutzwertanalyse wird meist davon ausgegangen, dass eine Kostengleichheit vorherrscht was zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht bestätigt werden kann, deshalb wird der Kosten-Wirksamkeits-Analyse der Vorzug für die Berechnung dieses Beispiels gegeben.

5.1.3 Kosten-Wirksamkeits-Analyse

Die Kritik der Kosten-Nutzen-Analyse führt dazu, dass in den letzten Jahren immer noch stärker die Anwendung anderer Verfahren zur Geltung gekommen ist. Dabei ist die Hauptkritik, dass nicht alle Handlungskonsequenzen auf einer monetären Ebene gemessen werden können. Ein großer Vorteil der Kosten-Wirksamkeits-Analyse ist genau diese Schwachstelle der KNA. Den in Geld bewerteten Ressourcenaufwände (Kosten) einer Handlung können Zielwirkungen (Wirksamkeiten) in unterschiedlichen nicht monetären Einheiten gegenübergestellt werden. Lichfield stellte in den 60er Jahren seine Variante der KNA als „balance sheet of development“ vor. Heute ist dieses Konzept nach vielfacher Weiterentwicklung unter den Namen Kosten-Wirksamkeits-Analyse bekannt.⁸⁰ Durch den Verzicht auf einen einheitlichen Maßstab monetärer

⁷⁹ Vgl. Mühlenkamp 1994, S. 7f.

⁸⁰ Vgl. Lichfield 1962, S. 14ff.

Handlungsalternativen ist es möglich, alle bei der Zielanalyse erarbeiteten Kriterien bei der Analyse zu berücksichtigen. Durch den Wegfall einer rein wohlfahrtsökonomisch ausgerichteten Zielmessung macht es den Einsatz der KWA in vielen Bereichen möglich.

Vorgehensweise bei der Kosten Wirksamkeitsanalyse:⁸¹

1. Schritt: Zielanalyse
2. Schritt: Erfassen von Nebenbedingungen bzw. Teilzielen
3. Schritt: Alternativenbestimmung
4. Schritt: Kostenanalyse
5. Schritt: Wirksamkeitsanalyse
6. Schritt: Zeitliche Harmonisierung
7. Schritt: Berücksichtigung von Ungewissheit
8. Schritt: Kosten-Wirksamkeitsmatrix

1. Schritt Zielanalyse

In diesem Schritt wird das gesamthafte Ziel der Investition analysiert. Wichtig dabei ist, dass alle Ziele widerspruchsfrei mit ihrem Gesamtziel sind. Die einzelnen Hauptziele werden durch eine Gewichtung hinsichtlich ihres Stellenwertes für das Gesamtziel bewertet.

2. Schritt Erfassen von Nebenbedingungen

Hier werden Nebenbedingungen festgelegt die zur Erreichung der Haupt- und Teilziele eingehalten werden müssen.

3. Schritt Alternativenbestimmung

In diesem Schritt werden die möglichen Alternativen bestimmt, die die Rahmenbedingungen nicht verletzen und die Ziele erfüllen können.

⁸¹ Vgl. Hanusch 1987, S.154ff.

4. Schritt Kostenanalyse

Jeder Alternative werden in diesem Schritt die monetären Kosten zugeordnet. Die monetären Kosten werden in diesem Falle wie folgt gegliedert:

Die in der Analyse beschriebenen Kosten beziehen sich jeweils auf einen Arbeitsplatz und sind direkt zuordenbar. Die Kosten können somit für beliebig viele Benutzer hochgerechnet werden. Sollte die Währung in einer Abbildung oder ähnliches nicht angeführt sein, ist diese in Euro zu betrachten. Aus Anschaffungskosten und Personalkosten als Ergebnissen der Zeitanalyse bestehen die in diesem Projekt relevanten Kosten. Die Anschaffungskosten beider Systeme liegen dem Unternehmen durch die IT Consultingfirma vor und werden direkt miteinander verglichen. Es werden dafür die Kosten für einen Arbeitsplatz, für Arbeitsplatzgestaltung und Benutzung der Software samt allen anfallenden Kosten im Bereich der Haustechnik für beide Varianten ermittelt und miteinander verglichen.

Für die Anschaffung sind folgende Kosten relevant:

- Hardware
 - Workstation
 - Monitor
- Software
 - Grundprogramm
 - Aufsatzprogramm
 - Schnittstelle zu Programm Solar Computer

Neben den Anschaffungskosten sind jedoch auch mit Kosten durch jährliche Wartung zu rechnen.

- Jährliche Wartung
 - Wartung des Grundprogrammes
 - Wartung des Aufsatzprogrammes
 - Wartung der Schnittstelle

Die Anschaffungskosten beziehen sich jeweils auf die neuesten und aktuellen Versionen 2014. Bei der Variante Auto CAD entfallen die Kosten für die Schnittstelle zu Solar Computer, da diese standardmäßig im Programm enthalten ist.

Neben den Anschaffungskosten spielt das Ergebnis der Zeitanalyse eine wesentliche Rolle, die die Personalkosten ergeben. Die Zeitanalyse wird wie folgt durchgeführt: Die Zeitanalyse basiert auf tatsächlichen Aufnahmen während des Planungsvorganges mittels konventioneller Stoppuhr. Ziel dieser Analyse ist herauszufinden, wie viel Zeit der Anwender je Programm für den Planungsvorgang investiert. Dabei wird jeder Planungsschritt je Gewerk, je Planungsphase und je Programm dokumentiert und gegenübergestellt. Die Basis für die Berechnung ist das haustechnische Projekt wie in Punkt 6.1 beschrieben. Der gesamte Zeitaufwand ergibt sich durch die Addition aus Zeitaufwand für die Darstellung und Zeitaufwand für die Durchführung der Berechnungen.

Folgende Punkte sind bei der Betrachtung dieser Analyse nicht außer Acht zu lassen:

- Die logische Denkweise der Leitungsführung wurde im Vorfeld schon geplant, somit ergibt sich eine Differenz zur gemessenen Zeit und ist daher auf keinen Fall für z.Bsp. Kapazitätsplanungen zu verwenden.
- Die Erfahrung des bereits eingesessenen Programmes Auto CAD kann nur in äußerst geringen Prozentsätzen für sich sprechen, da mit dem Programm Revit die Planungsschritte durchdacht wurden, bevor die Zeitaufnahmen aufgezeichnet wurden.
- Bei den Zeiten handelt es sich um die effektiven Arbeitszeiten. Leerläufe für die Zeitaufnahme durch Bearbeitung plötzlich eingetretenen Kleinarbeiten sind nicht in den Aufnahmen vorhanden.
- Die Zeit wurde manuell durch eine konventionelle Stoppuhr minutengenau aufgenommen.

Je nach Zeitersparnis oder Zeitverlust durch Einsatz von Revit entstehen oder spart man sich Kosten. Für die Berechnung wird ein kalkulatorischer Stundensatz von 75,00€ herangezogen.

Die Summe aus Anschaffungskosten und Personalkosten ergeben die Gesamtkosten und werden verbal als auch grafisch im speziellen Teil der Arbeit dargestellt und analysiert.

5. Schritt Wirksamkeitsanalyse

Die Wirksamkeit wird ermittelt, indem für die einzelnen Ziele geeignete Merkmale für die Zielerreichung erhoben werden. Diese Merkmale werden in Punkte- und Rangskalen bewertet. Aus einem gestalteten Fragebogen wird eine Auswertungsskala erstellt und der gewichtete Gesamtnutzen ermittelt.

6. Schritt Zeitliche Harmonisierung

Die zeitliche unterschiedlich anfallenden Wirksamkeiten und Kosten werden auf einen gemeinsamen Zeitpunkt bezogen, um somit die Varianten vergleichbar zu machen.

7. Schritt Berücksichtigung von Ungewissheit

In diesem Schritt werden Ungewissheiten bei Kosten und Wirksamkeiten analysiert und quantifiziert. Arten der Berücksichtigung werden in Punkt 5.2 beschrieben.

8. Schritt Kosten-Wirksamkeits-Matrix

In diesen letzten Schritt wird eine Matrix generiert, wo die Kosten den Gesamtnutzen gegenübergestellt werden, von welcher Entscheidungsvorschläge über die Alternativen gegeben werden können.

5.2 Berücksichtigung der Ungewissheit bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Vorher gezeigte Berechnungen sind alle mit einem bestimmten Problem belastet und zwar dem Problem der sicheren Erwartung. Das heißt, man geht davon aus, dass alle Erwartungen mit 100%iger Wahrscheinlichkeit eintreffen. In Wirklichkeit ist eine Investition jedoch immer mit einer gewissen Unsicherheit belastet. Diese kann man durch Rechenverfahren nicht sichtbar, jedoch sollte zumindest versucht werden, diese so weit

als möglich zu quantifizieren. Nachfolgende Unterpunkte zeigen, wie solche Unsicherheiten in eine Investitionsentscheidung einfließen können.⁸²

5.2.1 Einfluss durch Risikozuschläge

Bei dieser einfachen Methode werden die Ausgangswerte der Wirtschaftlichkeitsrechnung korrigiert. In der Praxis werden diese einfachen Verfahren sehr stark verbreitet verwendet. Folgende Nachteile bringt diese Art der Risikoberücksichtigung mit sich:

- Die Auswirkungen der Unsicherheit sind nicht ersichtlich, da die Korrekturen nur summarisch berücksichtigt werden.
- Die Korrekturen erfolgen nur in die jeweils negativen Richtungen.⁸³

5.2.2 Berechnen von Alternativen

Dies ist ebenfalls eine einfache Methode und besteht darin, dass man verschiedene Varianten mit unterschiedlichen erwarteten pessimistischen als auch optimistischen Werten durchrechnet. Diese Methode hat jedoch den großen Nachteil, dass die Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Varianten nicht berücksichtigt werden.⁸⁴

5.2.3 Sensitivitätsanalyse

Sensitivitätsanalysen zeigen den Zusammenhang zwischen dem Ausgangswert einer Wirtschaftlichkeitsrechnung und ihrem Ergebnis bzw. wie sich diese Werte bei Veränderungen verhalten. Man geht dabei immer von folgenden zwei Fragestellungen aus:

- Wie weit darf einer oder mehrerer Ausgangsgrößen vom ursprünglichen Ansatz abweichen, damit das Ergebnis eine bestimmte Grenze nicht über- oder unterschreitet?
- Wie ändert sich das Ergebnis, wenn ein Ausgangswert in einer bestimmten Form verändert wird?

⁸² Vgl. Bottler/Horvath/Kargl 1972, S. 75ff.

⁸³ Vgl. Däumler 1996, S. 173f.

⁸⁴ Vgl. Bottler/Horvath/Kargl 1972, S. 75ff.

Man kann sagen, dass diese Empfindlichkeitsanalysen die Auswirkungen von Unsicherheit recht verständlich und eindrucksvoll zeigen, jedoch mit sehr großen Rechenaufwand verbunden sind. Denn es erfolgt immer eine wiederholte Durchführung der Entscheidungshilfe mit systematisch veränderten Eingangsdaten sowie Verfahrensteilen. Es wird dabei geprüft, welche Randbedingungen durch Ändern das Ergebnis besonders stark beeinflussen. Diese sensiblen Werte werden nach Durchführung dieser Analyse nochmals genauer hinterfragt. Die Prämissen für die Anwendung sind folgende:

- Wird die Analyse als Partialanalyse durchgeführt, bleiben die Ausgangswerte aller nicht veränderten Größen erhalten was in der Realität nicht wahrscheinlich ist.
- Wird die Analyse als Globalanalyse oder Partialanalyse mit Variation mehrerer Eingangsdaten durchgeführt, so werden die bestehenden funktionalen Abhängigkeiten zwischen den variierten Eingangsdaten ermittelt.

Wie bereits ersichtlich ist, geben Sensitivitätsanalysen kein eindeutiges Ergebnis vor, es kann lediglich ein Einblick in die Struktur eines Investitionsobjektes gegeben werden, wobei die Auswirkungen unter Berücksichtigung von Unsicherheit sichtbar werden.⁸⁵

⁸⁵ Vgl. Blohm/Lüder 1978, S. 194f.

6 Wirtschaftliche Betrachtung von Auto CAD und Revit anhand eines Beispiels im Bereich der Gebäudetechnik

6.1 Zumtobel Dornbirn Neubau Halle 7

In nachfolgenden Unterpunkten wird das Projekt selbst, das für den Vergleich mit beiden Programmen gezeichnet worden ist vorgestellt.

6.1.1 Allgemeine Projektbeschreibung

Zumtobel Dornbirn Neubau Halle 7 ist ein Neubau einer Produktionshalle und der damit verbundenen Sozial- Technik- Lager- und Büroflächen. Die Zumtobel Lighting GmbH Dornbirn betreibt das Gewerbe der industriellen Produktion von Leuchten samt Zubehör. Zum Werksareal gehören mehrere Grundstücke, welche im Wesentlichen im Eigentum der Zumtobel Aktiengesellschaft Dornbirn sind. Die Betriebsliegenschaften sind mit verschiedenen Werkshallen und sonstigen Gebäuden bebaut, welche sich unter anderem in folgende Bereiche gliedern:

- Verwaltungs- und Sozialbereich
- Zentrallager
- Montagehalle
- Vorfertigung
- Lackierhalle
- Lagervorzone
- Hochregallager
- Blechhalle
- Reststoffsammellager
- Öltanks

Es ist beabsichtigt, die Produktionshalle „Vorfertigung“ in nördlicher Richtung durch einen Zubau, zukünftig „Halle 7“ bezeichnet, zu erweitern.

Der überwiegende Teil des Zubaus wird eingeschossig (Produktionsbereiche), der nördliche Bereich dreigeschossig (EG, 1. OG und 2. OG) ausgeführt.

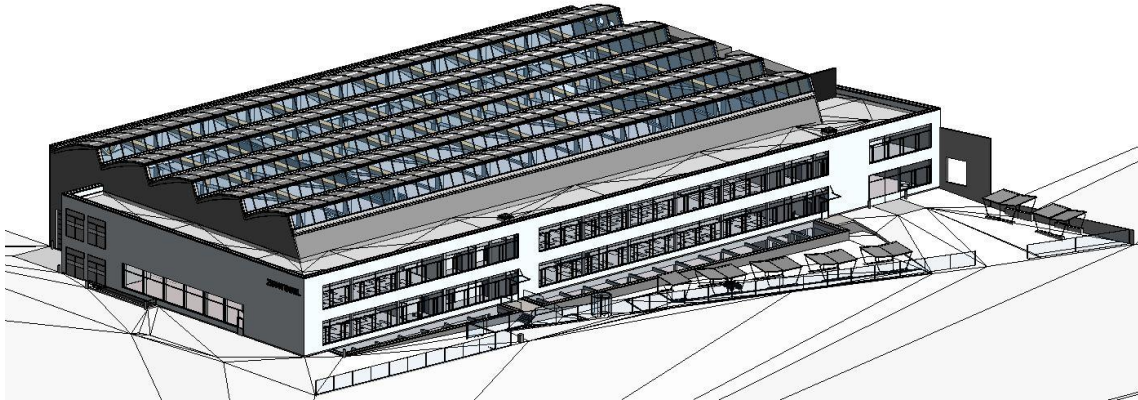


Abbildung 13: Zumtobel Dornbirn Halle 7⁸⁶

In ihrer Grundstruktur besteht die neue Halle 7 aus den Funktionsbereichen Komponentenfertigung, Montage und einem Verwaltungsbereich. Sie wird direkt an zwei ältere Hallen angeschlossen.

Verschiedene Schwerlastbereiche im Erdgeschoss dienen der Aufnahme von Spritzgussanlagen, in denen Komponenten der Leuchten hergestellt werden.

Eine Kranbahn mit einer Tragkraft von 30 Tonnen überbrückt nahezu die gesamte Hallenlänge von ca. 90 Metern in der Breite von 35 Metern. Eine zweite Kranbahn entlang eines Teiles der Ostfassade dient der Werkzeugwartung, diese wird jedoch zu einem späteren Zeitpunkt installiert und momentan lediglich hinsichtlich der statischen Belange berücksichtigt. Das Gebäude ist zu Teilen unterkellert. Über dieses Untergeschoss werden die Spritzgussmaschinen im Erdgeschoss über pneumatische Förderanlagen (Rohrleitungen) und direkte Medienzuleitungen versorgt, außerdem befinden sich hier Montagebereiche, weitere Lagerflächen, die Sozialräume und die Bereiche für die haustechnischen Anlagen.

⁸⁶ Quelle: eigene Darstellung.

6.1.2 Technische Beschreibung

6.1.2.1 Bauphysikalische Berechnungsdaten

Als Basis für die Heizlastberechnung wird die Bautechnikverordnung (Landesgesetzblatt Nummer 83/2007 – Verordnung der Landesregierung über die technischen Erfordernisse von Bauwerken) mit folgenden Wärmedurchgangszahlen der Baukonstruktion zugrunde gelegt:

Bauteile	W/m²K
Außenwände	0,35
Wände gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile und Brandwände	0,60
Wände zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
Decken gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)	0,20
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
Decken gegen getrennte Wohneinheiten oder Betriebseinheiten	0,90
Fenster jeweils in Nicht-Wohngebäuden gegen Außenluft	1,70
Türen unverglast gegen Außenluft	1,70
Sonstige transparente Bauteile gegen Unbeheizte Gebäudeteile	2,50
erdberührte Wände und Fußböden von beheizten Räumen	0,40

Raumtemperaturen

Die Raumtemperaturen werden wie folgt festgelegt:

Winterbetrieb	
Büros	20 °C
WC-Anlagen	18 °C
Stiegenhäuser	15 °C

Garderoben	22 °C
Duschräume	24 °C
Produktionsbereich	18 °C

6.1.2.2 Heizungs- und Kälteanlagen

Heizungswärmebedarf

Für die Erwärmung der notwendigen Zuluft aller Bereiche, statischen Heizung, Warmwasserbedarf und Abdeckung von Transmissionswärmeverluste wird eine Wärmeleistung von ca. 700 kW benötigt.

Wärmeerzeugung

Die notwendige Heizleistung kann durch die bestehende Heizungsanlage abgedeckt werden und bleibt unverändert. Vom bestehenden Heizungsverteiler wird eine neue Regelgruppe in die neue Produktionshalle geführt. Durch einen Pumpentausch kann die ehemalige Heizungsleitung für den abgebrochenen Sozialtrakt, der vor dem Bau der Halle 7 hier stand, verwendet werden. Die kompletten Heiz-, Gas- und Lüftungsanlagen werden entsprechend der Landesvorschriften von Vorarlberg, den technischen Richtlinien für Errichtung, Änderung, Betrieb und Instandhaltung von Gasanlagen (ÖVGW), entsprechenden ÖNORMEN sowie nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet.

Wärmeabgabe

Die Wärmeabgabe erfolgt über Heizregister in den Lüftungsanlagen an die Zuluft (Produktionshalle EG mit Unterstützung von Luftheizapparate). In den Büros und Sozialräumen erfolgt die Wärmeabgabe ebenfalls über die Zuluft der Lüftungsanlagen.

Zur Warmwasserbereitstellung wird ein Pufferspeicher in der neu errichteten Technikzentrale im UG des Neubaus installiert. Dieser wird über interne Wärmetauscher an die bestehende Heizungsanlage eingebunden. Elektroheizstäbe sorgen für den Legionellenschutz, sowie für die Warmwasserbereitung in den Sommermonaten.

Die Auslegung der Heizregister und statischen Heizflächen erfolgt auf Niedertemperaturbasis, mit Vorlauf 45°C und Rücklauf 35 °C. Weiters wird eine Wärmerückgewinnung über die Kälteanlage ausgeführt.

Heizfall:

Die Transmissionsverluste der Büro- und Sozialräume werden über die Zuluft gedeckt. In der Produktionshalle wird auf Grund des hohen Prozesswärmeanfalls ein großer Teil der Heizlast gedeckt. Der Rest wird über die Zuluft der Lüftungsanlage und zusätzlichen Luftheizapparaten bereitgestellt. Die Ventilationsverluste der Lüftung werden durch Wärmerückgewinnung mit hohen Wirkungsgraden stark reduziert. Die anfallende Wärme durch die Maschinenkühlung wird in den Heizkreis eingebunden und je nach erforderlichem Temperaturniveau direkt genutzt oder auf die erforderliche Vorlauftemperatur weitererhitzt.

Kühlfall – Direkte Kühlung:

Sofern die Außenluft in den Wintermonaten für Kühlzwecke genutzt werden kann, wird die Zuluft der Produktionshalle sowie des Kühlkreises der Umluftkühler direkt über die Rückkühler der Kältemaschinen gekühlt („Freecooling Betrieb“ über Kälteanlage).

Kühlfall:

Die Kühllast der Büros und Sozialräume wird über die mechanische Belüftung mittels Kühlregister in den Lüftungsgeräten gedeckt. Der erhöhte Kühlbedarf in den Produktionsbereichen erfolgt über die Lüftung und Umluftkühler, welche als Deckengeräte ausgeführt werden.

6.1.2.3 Lufttechnische Anlagen

Allgemein

Die Lüftungsanlagen werden entsprechend der gültigen ÖNORMEN, technischen Regeln sowie der Arbeitnehmerschutzverordnung projektiert und ausgeführt.

Sämtliche innen liegenden Räume, in denen sich Personen aufhalten können, werden mechanisch be- und entlüftet. Damit wird sichergestellt, dass eine ausreichende Versorgung mit der notwendigen Außenluft rate vorhanden ist.

Folgende Luftgeschwindigkeiten liegen der Dimensionierung zugrunde:

Außen- und Fortluftkanäle 6 – 8 m/sec.

Zu- und Abluftkanäle 4 – 7 m/sec.

Lüftungsgeräte 2 m/sec.

Im Raum maximal 0,2 m/sec., (normale körperliche Arbeit)

Brandentrauchungskanäle 8 – 11 m/sec.

Auslegung der Lüftungsanlagen

Sämtliche Lüftungsanlagen werden in Abhängigkeit der Luftqualität und Raumtemperatur im jeweiligen Versorgungsbereich durch Frequenzumformer stufenlos geregelt. Mit dieser Regelung wird eine wirtschaftliche Betriebsweise garantiert.

Die Lüftungsanlagen werden auf folgende Volumenströme ausgelegt:

Anlage 1 UG Sozial → 5.170 m³/h

Anlage 2 UG Konditioniert → 8.400 m³/h

Anlage 3 West Büro → 14.000 m³/h

Anlage 4 Produktion EG → 15.500 m³/h

Anlage 5.1 Produktion UG → 7.400 m³/h

Anlage 5.2 Produktion UG → 13.000 m³/h

Anlage 6 Ost Büros → 9.800 m³/h

Die Zuluft Anlagen für diese Bereiche werden mit Filterklassen 1 x F7 und 1 x F9 sowie die Abluftanlagen mit der Filterklasse F7 und Wärmerückgewinnungssystemen ausgestattet. Bei der Anlage 2 UG Konditioniert wird mittels einem zentralen Dampfbefeuchter im Lüftungsgerät eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 55% sichergestellt.

Untergeordnete Bereiche wie Technikbereiche, wie z.B. Absaugung Kältemittel, Elektroräume, Schweißplatzabsaugung etc. werden mit Einzellüftungsanlagen ausgestattet. Weiters werden für die Lötarbeitsplätze im UG eigene Absauganlagen mit entsprechender Partikelfiltration ausgeführt.

6.1.2.4 Sanitärtechnische Anlagen

Die neue Produktionshalle samt Büro- und Sozialräumen erhält einen eigenen Hauswasseranschluss. Angeschlossen wird an die öffentliche Wasserversorgung, welche als Erdleitung DN 200 an der Nord-Ostseite der Werkserweiterung verläuft.

6.1.2.5 Kältetechnische Anlagen

Für die kältetechnische Versorgung werden für den Endausbau 3 Kompressionskältemaschinen mit einer Leistung von je 700 kW – d.h. insgesamt 2.100 kW Kälteleistung ausgeführt. Die Aufstellung erfolgt in der Technikzentrale im Untergeschoß. Als Kältemittel dient R134a, Füllmenge je Kältemaschine ca. 350 kg. Die Zuluft für Büros, Produktionsbereiche und Sozialräume wird mittels Kältemaschinen gekühlt. Ebenfalls über dieselben Anlagen erfolgt die Maschinenkühlung mittels eines Kühlrings. Für die Rückkühlung werden auf der neuen Dachfläche die Rückkühler aufgestellt. Die neue Dachfläche wird für Wartungsarbeiten über einen bestehenden Treppenturm und weiters mit entsprechenden Überstiegen erschlossen. In den Wintermonaten kann ein Teil der anfallenden Prozessabwärme über freie Kühlung durch die Rückkühler der Kältemaschinen abgedeckt werden.

6.2 Kosten-Wirksamkeits-Analyse anhand von Auto CAD und Revit

In folgenden Abschnitt wird die in der Theorie beschriebene Kosten-Wirksamkeits-Analyse mit den aus der tatsächlichen Planung resultierenden Werten angewendet.

6.2.1 Zielanalyse

Primäres Ziel eines jeden Planungsbüros ist die schnelle Verwirklichung von Geschäftszielen, um sich dadurch einen Wettbewerbsvorteil zu sichern. Dabei ist es wichtig, bestimmte Erfolgsfaktoren zu verfolgen um diese Ziele mit geringen Aufwand und somit hoher Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Folgende Statistik zeigt diese Erfolgsfaktoren im europäischen Raum und in der DACH Region (DACH – Deutschland, Österreich, Schweiz).⁸⁷

	DACH		Europäische Länder	
	No. 1	Platzierung*	No. 1	Platzierung*
1. Kundenzufriedenheit	33%	2.3	30%	2.6
2. Gewinnung neuer Projekte/Geschäftsfelder	24%	2.7	37%	2.4
3. Projektprofitabilität	24%	2.7	19%	2.8
4. Mitarbeiterauslastung	9%	3.4	9%	3.5
5. Backoffice Effizienz	–	4.4	2%	4.9
6. Qualität der Berichterstattung	6%	4.7	2%	4.7

Abbildung 14: Erfolgsfaktoren in Planungsbüros⁸⁸

⁸⁷ Vgl. Deltek 2012, S. 23.

⁸⁸ Quelle: Deltek 2012, S. 28.

Die Top 3 Erfolgsfaktoren im DACH Raum sind Kundenzufriedenheit gefolgt von Gewinnung neuer Projekte/Geschäftsfelder und Projektprofitabilität. Wenn man diese Punkte genauer betrachtet lässt sich daraus schließen, dass alle Faktoren eine Gemeinsamkeit aufweisen und zwar die Nähe zur Informationstechnologie. Wenn eine Steigerung dieser Technologie gelingt, ist auch mit zunehmenden Druck nach Kostenminimierung und effizientem Ressourceneinsatz eine wirtschaftliche Abwicklung von Projekten möglich. Die Informationstechnologie im Bereich der Haustechnikplanung ist das Planungsinstrument selbst, die Planungssoftware. Sie ist verantwortlich für den Informationsaustausch aller Ebenen. Unternehmen sind auch bereit in diese Technologie zu investieren, nicht umsonst ist bei einer Umfrage der Investitionen in den nächsten 18 Monaten die Investition in das Herzstück eines Planungsbüros, dem CAD-System, an dritter Stelle.⁸⁹

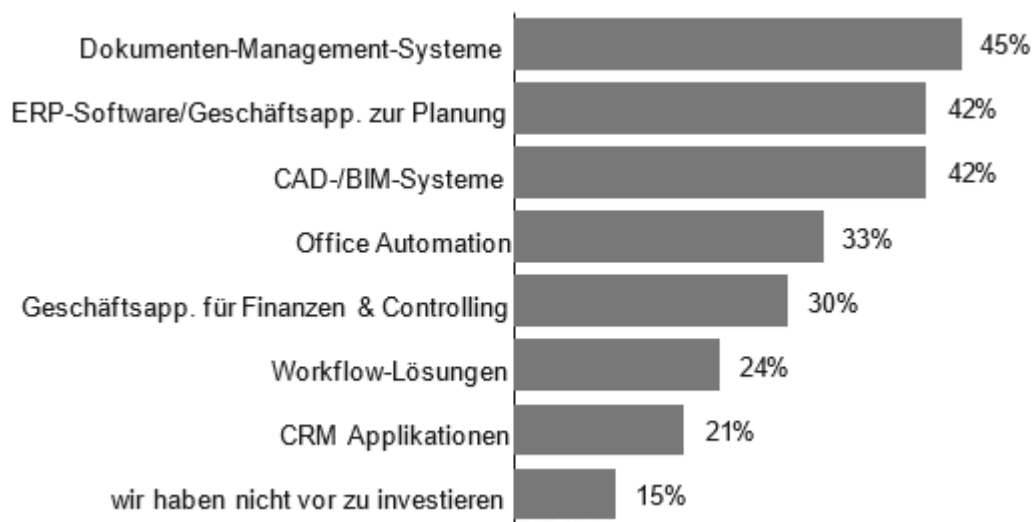


Abbildung 15: Geplante Technologie-Investitionen in den nächsten 18 Monaten⁹⁰

Abbildung 16 zeigt die Hauptziele mit den Punkten 1 – 4. Diese lassen sich in allgemeine Kriterien, Darstellungskriterien, Berechnungskriterien und Übertragungskriterien einteilen.

⁸⁹ Vgl. Deltek 2012, S. 27ff.

⁹⁰ Quelle: Deltek 2012, S. 25.

Zielkriterien	Kriteriengruppen-gewicht	Kriteriengewicht	Teilnutzenklassen	
			Auto CAD	Revit
1. Allgemeine Kriterien	0,6			
1.1 Allgemeiner Aufbau des Programmes		1	1	3
1.2 Kurzbefehle		0,5	2	2
1.3 Benutzeroberfläche		0,75	2	2
2. Darstellungskriterien	1			
2.1 Integrale Planung		1	3	1
2.2 Gleichzeitige Planung mehrerer Mitarbeiter		0,5	4	1
2.3 Erstellen von Schnitten		0,75	5	1
2.4 Erstellen von Grundrissen		0,75	2	2
2.5 Allgemeiner Zeitaufwand		1	1	2
3. Berechnungskriterien	1			
3.1 Allgemeiner Zeitaufwand		1	4	2
3.2 Ergebnisdarstellung		0,5	2	3
3.3 Berücksichtigung Änderungsplanung		0,75	4	2
4. Übertragungskriterien	0,8			
4.1 Erstellen von pdf/plt Plänen		0,5	2	2
4.2 Erstellen von dwg Plänen		0,75	1	2
4.3 Erstellen von Planausschnitten		0,75	1	2

Abbildung 16: Einteilung der Zielkriterien⁹¹

6.2.2 Erfassen von Nebenbedingungen bzw. Teilzielen

Nebenbedingungen sind im Rahmen dieser Analyse nicht von Notwendigkeit. Etwaige Bedingungen wie zum Beispiel der Tatsache, dass die Softwarelösung für mehrere Abteilungen laufen sollte, sind bereits in den bewerteten Kriterien enthalten.

⁹¹ Quelle: eigene Darstellung.

6.2.3 Alternativenbestimmung

Die Alternativenbestimmung ist für vorliegende Analyse vorgegeben. Es handelt sich dabei um die Berücksichtigung zweier Alternativen: Zum einen geht es um das eingesessene Programm Auto CAD, zum anderen um das in der Implementierungsphase befindliche, innovative Programm Revit. Diese beiden sind dem Grunde nach vorgegeben, da es wie eingangs erwähnt eine Nachschaurechnung darstellt und die Entscheidungen grundsätzlich gefallen sind.

6.2.4 Kostenanalyse

Für die Kostenanalyse ist es notwendig, die Zeitaufwände der jeweiligen Programme für das Bearbeiten des Projektes wie in Punkt 6.1 beschrieben zu kennen, um die Personalkosten zu ermitteln. Dafür wurden die Zeiten während des Planungsvorganges dokumentiert. Die Zeitanalysen sind in nachstehenden Abbildungen ersichtlich.

Zeitaufwandsvergleich der zeichnerischen Darstellung je Gewerk:

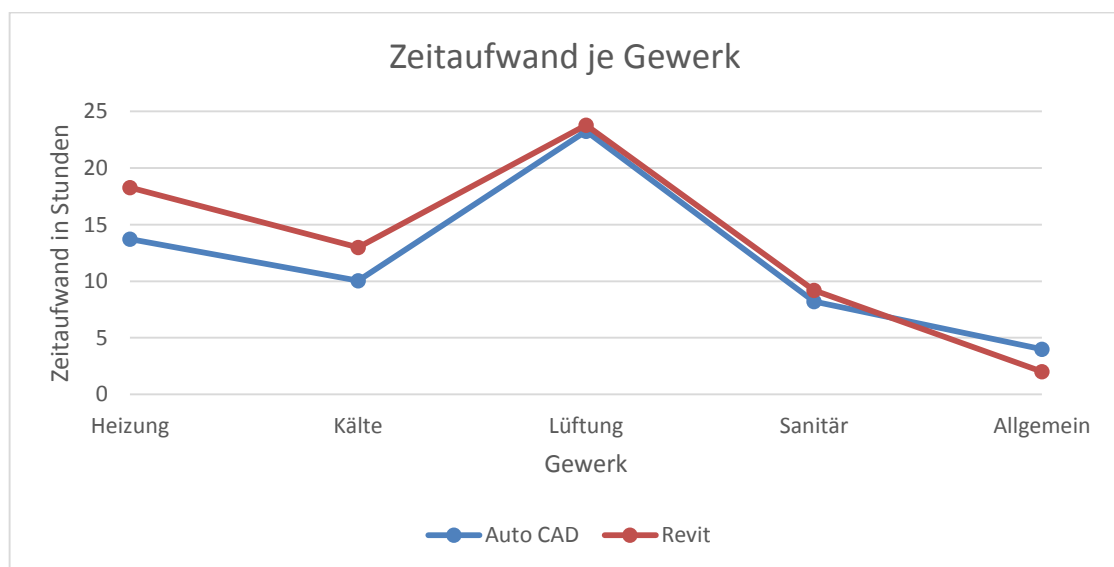


Abbildung 17: Zeitaufwandsvergleich je Gewerk⁹²

⁹² Quelle: eigene Darstellung.

Die Abbildung zeigt den Zeitaufwand der Planung je Softwareprogramm und Gewerk. Gesamthaft betrachtet ist man bei der Darstellung der Planinhalte mit dem Programm Auto CAD um in etwa 15% schneller. Neben dieser Erkenntnis ist bei dieser Darstellung nichts Auffälliges ersichtlich. Hier sieht man lediglich, dass in den Gewerken HKLS ein Mehraufwand für die Darstellung der Planungsinhalte unter Verwendung des Programmes Revit entsteht. Der Zeitaufwand für das Gewerk Lüftung ist bei beiden Varianten in etwa gleich. Die Rubrik „Allgemein“ umfasst Aufgaben wie Plankopferstellung, Koordinationsaufgaben und Kollisionsprüfungen, Verwaltungsaufgaben usw.

Zeitaufwandsvergleich der zeichnerischen Darstellung je Projektphase:

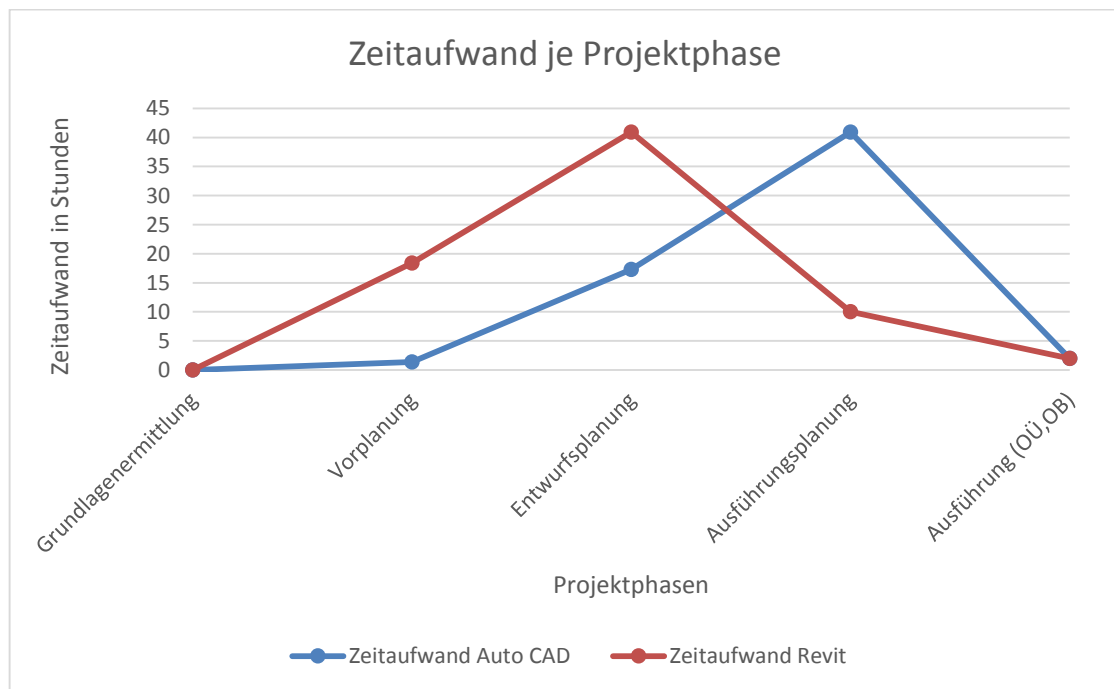


Abbildung 18: Zeitaufwand je Projektphase⁹³

Durch diese Darstellung wird ersichtlich, dass durch den Einsatz von BIM am Anfang eines Projektes mit mehr Zeitaufwand zu rechnen ist. Dies folgt daraus, dass die HKLS Komponenten nicht gezeichnet, sondern konstruiert werden müssen. D.h. sie müssen nicht nur lagerichtig sondern auch höhenrichtig, mit den richtigen Eigenschaften etc. platziert werden. Die Denkweise dreidimensionaler Konstruktion ist nicht mehr dieselbe

⁹³ Quelle: eigene Darstellung.

wie jene der zweidimensionalen Darstellung. Ein kurzes Praxisbeispiel soll diese Aussage erläutern:

Der Lösungsansatz der zweidimensionalen Planung fängt beim Lüftungsgerät selbst an. Die Luftmengen werden vorher in der Luftmengentabelle aufgeschlüsselt, somit ist die Gesamtluftmenge bekannt und es kann die Berechnung von Hand getätigt werden. Der Lösungsansatz der dreidimensionalen Planung fängt bei der Positionierung der Auslässe an. Anhand der Auslässe ist dem Kanalsystem bewusst, welche Luftmenge sukzessiv aufaddiert werden muss, um parallel dazu die Vordimensionierung erstellen zu können.

Zeitaufwandsvergleich der Berechnungen

Die Stärke von BIM wird in diesem Abschnitt ersichtlich. Hier sieht man den Zeitaufwand zur Erstellung der Berechnungen im Bereich der Haustechnikplanung.

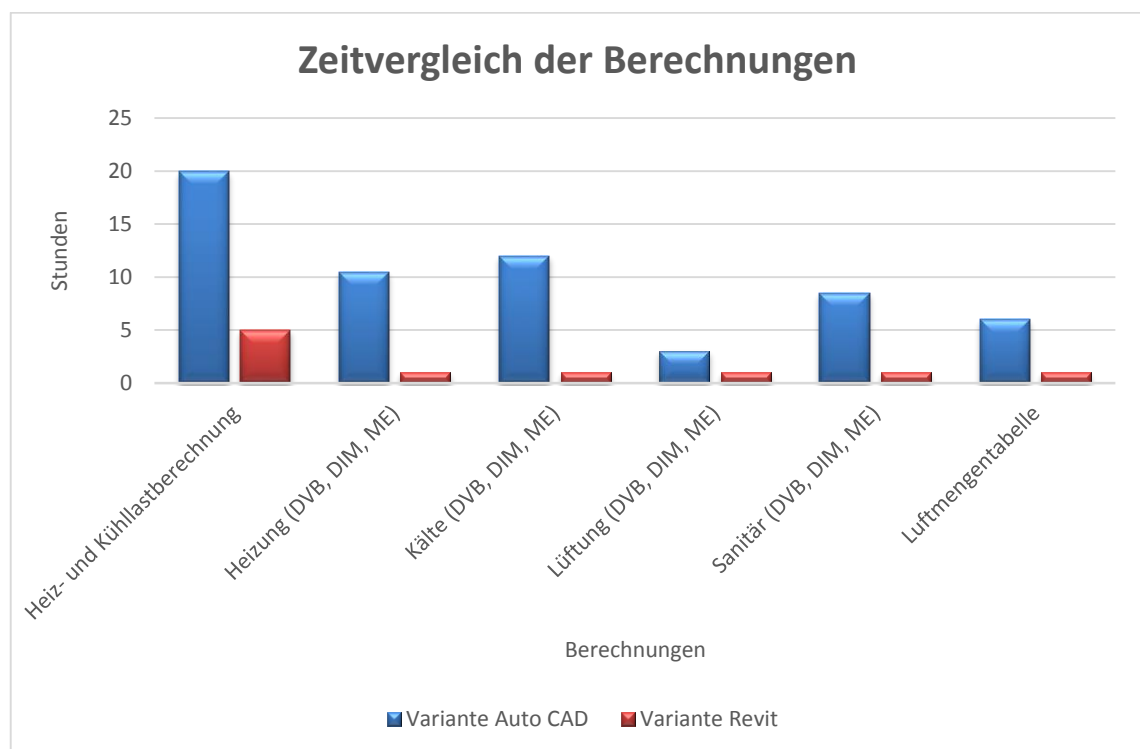


Abbildung 19: Zeitaufwandsvergleich der Berechnungen je Variante⁹⁴

⁹⁴ Quelle: eigene Darstellung.

Welche Berechnungen diese Zeitanalyse berücksichtigt ist an den Achsbeschriftungen der vorangegangenen Abbildung zu sehen. Dieses Balkendiagramm zeigt den Zeitaufwand für die Berechnungen der beiden Varianten. In dieser zeitlichen Erfassung sind jedoch noch Reserven versteckt, da die Berechnungen mittels Revit noch nicht gänzlich ausgereift sind. Erkennen konnte man in diesem Zusammenhang, dass die Zeitdifferenz mit zunehmender Größe des Projektes zunimmt. Die Bearbeitungsdauer für die Berechnungen mit Revit bleibt verhältnismäßig gering, wobei die händischen Eingaben durch größere Projekte viel mehr Zeit in Anspruch nehmen. Die Zeitauswertung für die Berechnungen ergibt eine Ersparnis von insgesamt 50 Stunden durch den Einsatz von BIM.

Die Summe aus Zeitaufwand für die Darstellung der Planung und Zeitaufwand für die Erstellung der Berechnungen ergibt die Gesamtbearbeitungszeit. Die Gesamtbearbeitungszeit mit Variante Auto CAD beträgt ca. 119 Stunden und mit Variante Revit ca. 79 Stunden. Dies ergibt eine Zeitersparnis von 40 Stunden.

Zeitvergleich Gesamt

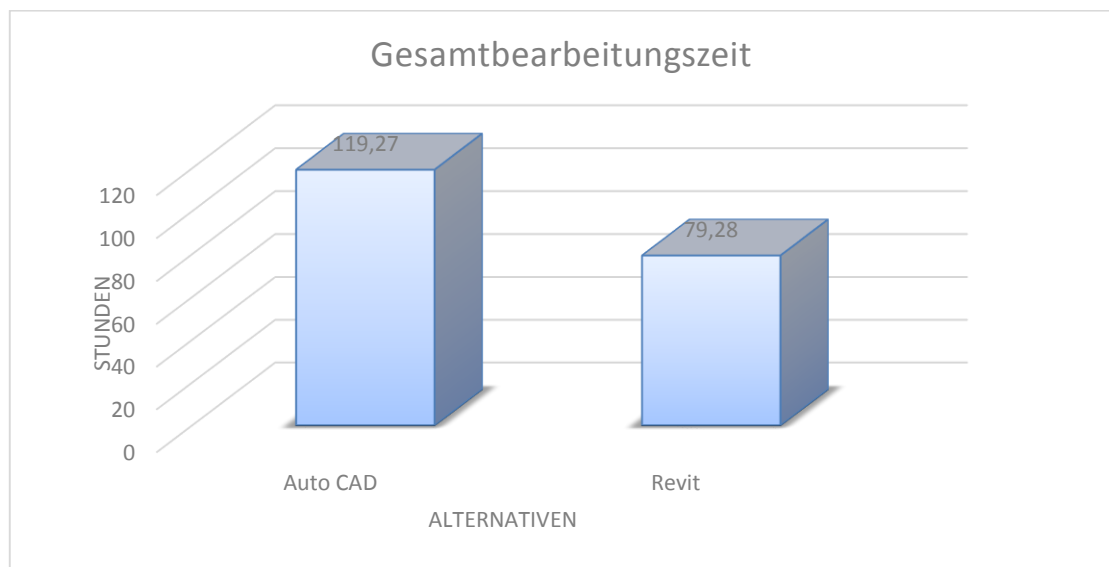


Abbildung 20: Gesamtzeitaufwand je Variante⁹⁵

⁹⁵ Quelle: eigene Darstellung.

Personalkosten

Der kalkulatorische Stundensatz wird mit 75€ pro Mitarbeiter der Haustechnik für die Bearbeitung eines Projektes dieser Größenordnung angenommen. Die Tätigkeiten eines solchen Mitarbeiters sind einfache Koordinationsaufgaben, Teile eines Projektes zu leiten und vorwiegend Konstruktionsarbeiten.

Der reine Planungsaufwand laut Zeitanalyse beträgt mittels Konstruktionsvariante Auto CAD 59 Stunden und 16 Minuten. Mit der Variante Revit benötigt dieselbe Person 69 Stunden und 17 Minuten. Daraus ergibt sich eine Differenz von 10 Stunden und 1 Minute. Diese Differenz ist die Differenz für die rein zeichnerische Darstellung der Pläne.

Der große Vorteil von Revit ist jedoch das Arbeiten mit BIM. Das Ergebnis des Zeitvergleichs der Berechnungsmethoden durch die Zeitanalyse ergibt, dass die Variante Revit eine Ersparnis von in etwa 50 Stunden ergibt. Rechnet man dies mit den vorher genannten 10 Stunden Aufwand gleich, kommt man auf eine Ersparnis von 40 Stunden. Mit einem Stundensatz von 75 Euro je Arbeitsstunde ergibt sich somit eine Ersparnis von 3.000€.

Anschaffungskosten

	Revit	Auto CAD
Hardware:		
Workstation (Rechner+Eingabegeräte)	1.400,00 €	1.400,00 €
Monitor	596,00 €	298,00 €
Summe Hardware	1.996,00 €	1.698,00 €
Software:		
Grundprogramm	6.000,00 €	5.500,00 €
Aufsatzprogramm	3.600,00 €	5.325,00 €
Schnittstelle zu Solar Computer	900,00 €	0,00 €
Summe Software	10.500,00 €	10.825,00 €
<u>Gesamtanschaffungskosten</u>	12.496,00 €	12.523,00 €
Jährlich anfallende Wartungskosten:		
Wartung Grundprogramm	900,00 €	825,00 €
Wartung Aufsatzprogramm	800,00 €	798,75 €
Wartung Schnittstelle Solar Computer	216,00 €	0,00 €
<u>Summe jährliche Wartungskosten</u>	1.916,00 €	1.623,75 €

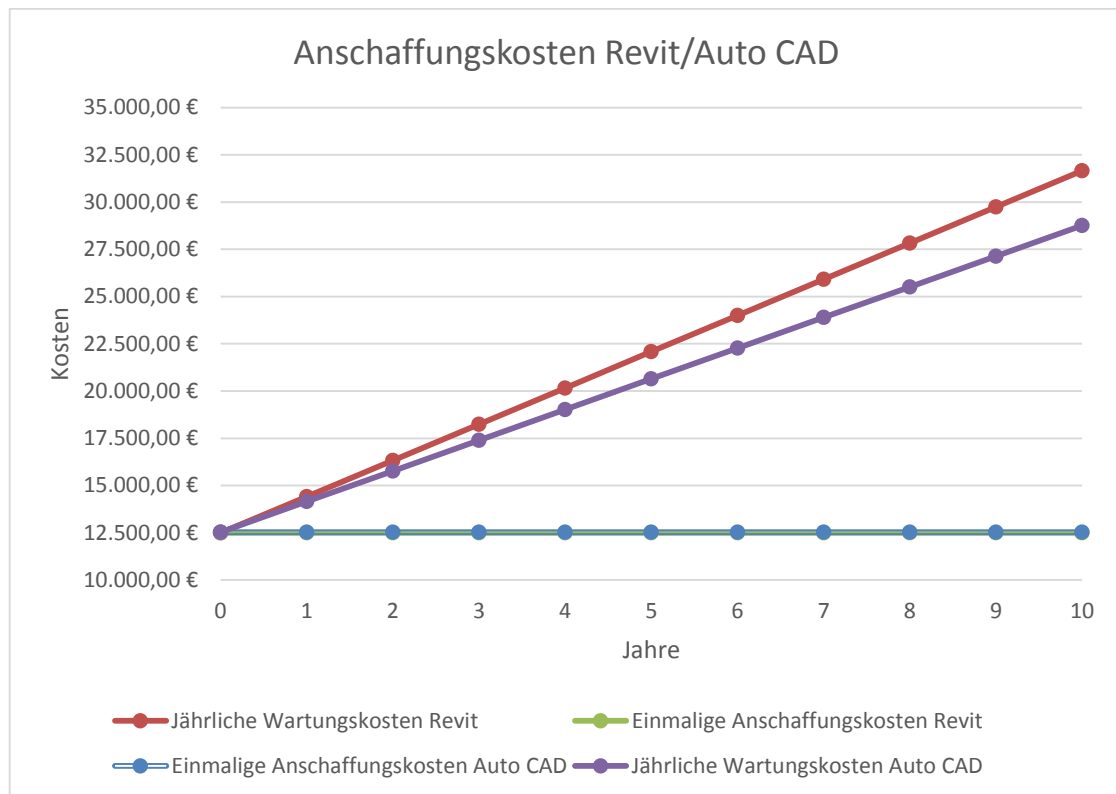


Abbildung 21: Anschaffungskosten Auto CAD/Revit⁹⁶

In Abbildung 20 sind die Anschaffungskosten wie in Punkt 5.1.3 beschrieben dargestellt. Die Grafik zeigt, dass die Anschaffungskosten der Programme beinahe deckungsgleich sind. Die jährlichen Wartungskosten fallen bei der Variante Revit etwas höher aus. Nach zehn Jahren ergeben sich Mehrkosten durch die höheren jährlichen Wartungskosten von 2.895,00€ pro Arbeitsplatz.

⁹⁶ Quelle: eigene Darstellung.

Gesamtkosten

Die Gesamtkosten je Variante sind in folgender Abbildung 21 dargestellt. Sie ergeben sich durch die Summe der Anschaffungskosten und Personalkosten.

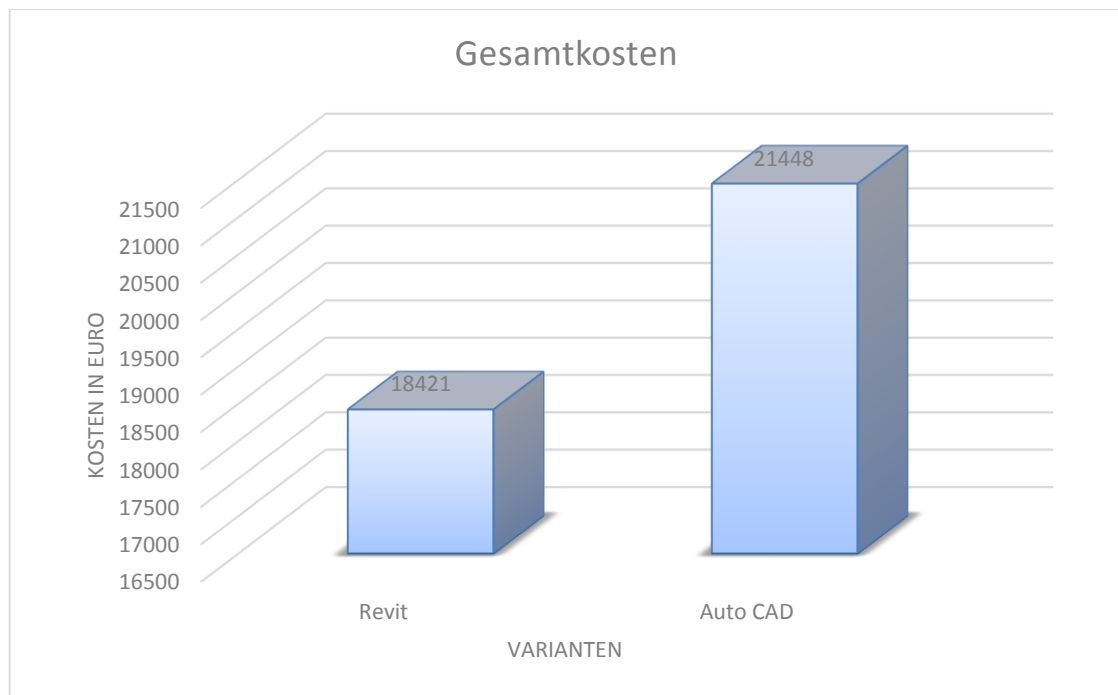


Abbildung 22: Gesamtkosten je Variante⁹⁷

Durch die monetär messbaren Größen wie Kosten lässt sich durch diese Ergebnis keine eindeutige Entscheidung fällen, obwohl der Vorteil nach diesen Auswertungen für das Programm Revit und BIM sprechen würden.

6.2.5 Wirksamkeitsanalyse

Wirksamkeiten können in Hinblick auf eine Softwareauswahl eine sehr entscheidende Rolle spielen. Da die beiden Programme, Revit und Auto CAD, von derselben Firma stammen, werden allgemeine Kriterien wie Wartungsvertrag, Garantiezeit, Fehlerbearbeitungszeit etc. vernachlässigt, da diese bei beiden Programmen in diesen Punkten

⁹⁷ Quelle: eigene Darstellung

ähnlich sind. Kriterien, die für die Auswahl entscheidend sind, wurden in einer Diskussionsrunde besprochen und wie folgt in einem Fragenkatalog anhand der Haupt- und Teilziele festgelegt:

Zielkriterium	Zielerreichungsklassen und Teilnutzenskala				
	Klasse 1: N=20	Klasse 2: N=15	Klasse 3: N=10	Klasse 4: N=5	Klasse 5: N=0
1.1	Wie ist das Programm insgesamt mit seinen verschiedenen Arbeitstools aufgebaut?				
	sehr leicht	leicht	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
1.2	Wie lassen sich Kurzbefehle im Programm selbst anwenden?				
	sehr leicht	leicht	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
1.3	Wie ist die Benutzeroberfläche für den Anwender aufgebaut?				
	sehr leicht	leicht	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
2.1	Wie können andere Sparten, sprich Elektro, Tragwerksplanung und Architektur auf eine gemeinsame Planung einwirken auch in Hinblick auf Koordination?				
	sehr leicht	leicht	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
2.2	Wie gut ist es möglich, mehrere Mitarbeiter ein und denselben Plan zu bearbeiten?				
	sehr leicht	leicht	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
2.3	Wie aufwändig ist das Erstellen von Schnitten in kritischen Bereichen zur Erleichterung der Koordination?				
	fast kein Aufwand	wenig aufwändig	mittelmäßig	aufwändig	sehr aufwändig
2.4	Wie aufwändig ist das Erstellen bzw. Zeichnen in Grundrissen aller Gewerke?				
	fast kein Aufwand	wenig aufwändig	mittelmäßig	aufwändig	sehr aufwändig

Zielkriterium	Zielerreichungsklassen und Teilnutzenskala				
	Klasse 1: N=20	Klasse 2: N=15	Klasse 3: N=10	Klasse 4: N=5	Klasse 5: N=0
2.5	Wie ist der allgemeine Zeitaufwand für die zeichnerische Darstellung zu bewerten?				
	fast kein Aufwand	wenig aufwändig	mittelmäßig	aufwändig	sehr aufwändig
3.1	Wie ist das Programm insgesamt mit seinen verschiedenen Arbeitstools aufgebaut?				
	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
3.2	Wie können die Ergebnisse am Ende dargestellt bzw. weiter verwendet werden in Bezug auf Erstellung Leistungsverzeichnis und Weitergabe an ausführenden Firmen?				
	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
3.3	Wie gut kann auf eine Änderungsplanung Rücksicht genommen werden?				
	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
4.1	Wie gut funktioniert das Erstellen von plt/pdf Files?				
	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
4.2	Wie gut funktioniert das Erstellen von dwg Files?				
	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
4.3	Wie schwierig ist es, einen Planausschnitt zur schnellen Kommunikation zu erstellen?				
	fast kein Aufwand	wenig aufwändig	mittelmäßig	aufwändig	sehr aufwändig

Abbildung 23: Fragenkatalog⁹⁸

⁹⁸ Quelle: eigene Darstellung.

Zielkriterien	Krit.Gr. Gewicht	Krit.Ge wicht	Krit.Gew. X Grp.Gew.	Teilnutzen		Gesamtnutzen	
				Auto CAD	Revit	Auto CAD	Revit
1. Allgemeine Kriterien	0,4						
1.1 Allgemeiner Aufbau des Programmes		1	0,4	20	10	8	4
1.2 Kurzbefehle		0,5	0,2	15	15	3	3
1.3 Benutzeroberfläche		0,75	0,3	15	15	4,5	4,5
Summe						15,5	11,5
2. Darstellungskriterien	0,9						
2.1 Integrale Planung		1	0,9	10	20	9	18
2.2 Gleichzeitige Planung mehrerer Mitarbeiter		0,5	0,45	5	20	2,25	9
2.3 Erstellen von Schnitten		0,75	0,675	5	20	3,375	13,5
2.4 Erstellen von Grundrissen		0,75	0,675	15	15	10,125	10,1
2.5 Allgemeiner Zeitaufwand		1	0,9	20	15	18	13,5
Summe						42,75	64,1
3. Berechnungskriterien	0,8						
3.1 Allgemeiner Zeitaufwand		1	0,8	5	15	4	12
3.2 Ergebnisdarstellung		0,5	0,4	15	10	6	4
3.3 Berücksichtigung Änderungsplanung		0,75	0,6	5	15	3	9
Summe						13	25
4. Übertragungskriterien	0,5						
4.1 Erstellen von pdf/plt Plänen		0,5	0,25	15	15	3,75	3,75
4.2 Erstellen von dwg. Plänen		0,75	0,375	20	15	7,5	5,63
4.3 Erstellen von Planausschnitten		0,75	0,375	20	15	7,5	5,63
Summe						18,75	15
Gesamtnutzen						90	116

Abbildung 24: Bestimmung des Gesamtnutzen⁹⁹

Der Gesamtnutzen resultiert aus den bewerteten Haupt- und Teilzielnutzen. Die Einteilung der Teilklassen ist in Abbildung 16 zu sehen. Diese resultieren aus dem beantworteten Fragekatalog der in Abbildung 23 ersichtlich ist. Die bewerteten Nutzen daraus sind in Abbildung 24 zusehen mit dem Ergebnis, dass ein Nutzenüberhang von 29% zugunsten des Programmes Revit mit einem Gesamtnutzen von 116 vorliegt.

6.2.6 Zeitliche Harmonisierung

Eine zeitliche Harmonisierung ist in diesem Fallbeispiel nicht notwendig. Die angegebenen Kosten beziehen sich auf denselben Zeitpunkt und auf dieselben neuesten Versionen 2014. Dieser Punkt kann somit in dieser Analyse vernachlässigt werden.

⁹⁹ Quelle: eigene Darstellung.

6.2.7 Berücksichtigung von Ungewissheit

Um die Stabilität dieser Analyse zu prüfen könnten hier einige Parameter verändert und die Ergebnisse immer wieder erneut ausgewertet werden. Dieses Verfahren ist unter den Namen Sensibilitätsanalyse bekannt. Da die Kriterien als auch Kosten auf keiner Annahme basieren, sondern bereits Realität sind, kann auf eine solche Analyse verzichtet werden.

6.2.8 Kosten-Wirksamkeits-Matrix

Die Gegenüberstellung der Kosten je Variante zu den Wirksamkeiten ist nur noch Formsache, da die Kostenanalyse als auch Wirksamkeitsanalyse zugunsten des Programmes Revit ausgegangen ist. Die Kosten-Wirksamkeits-Matrix ist in folgender Abbildung dargestellt.

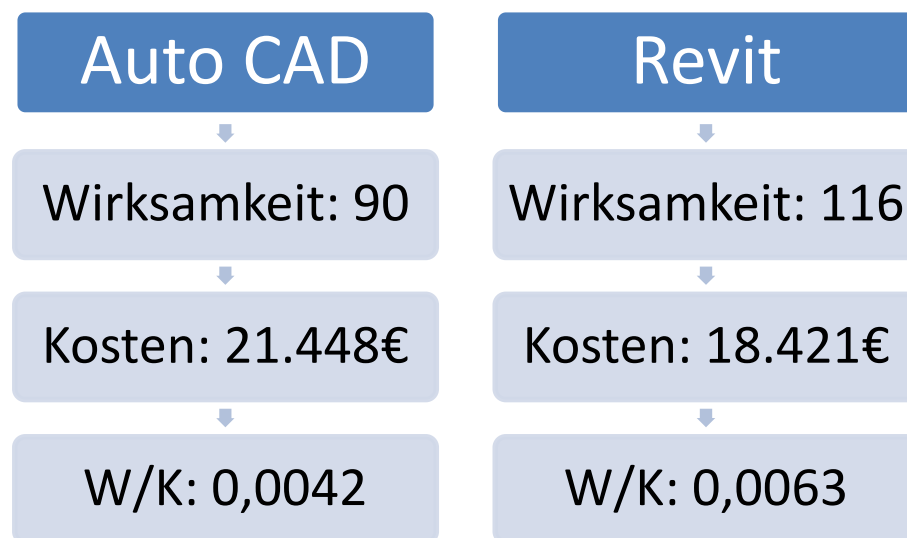


Abbildung 25: Kosten-Wirksamkeit-Matrix¹⁰⁰

Bei einer KWA ist jener Alternative den Vorzug zu geben, der die höhere W/K Ziffer aufweist, das in diesem Fall, wie aufgrund vorangegangener Analysen erwartet, die Variante Revit ist.

¹⁰⁰ Quelle: eigene Darstellung.

7 Schluss

Abschließend sollten die Ergebnisse, Umsetzung und Empfehlungen als Schlussfolgerung dieser Arbeit in nachstehende Punkte nochmal wiedergegeben werden.

7.1 Ergebnis und Erkenntnis

Das Ergebnis dieser Arbeit ist die Wichtigkeit des Auswahlprozesses von Softwarelösungen zu unterstreichen. Gerade in Unternehmen wie Planungsbüros, deren Herzstück das Planungsinstrument selbst ist, ist auf einen sorgfältigen Auswahlprozess zu achten. Die Entscheidungen über die Auswahl einer Software werden meist in höheren Ebenen beschlossen. Wichtig dabei ist, jene Mitarbeiter in die Entscheidung miteinbeziehen, die tatsächlich mit den Programmen arbeiten. Dass sich die dreidimensionale Planung auch im Bereich der Haustechnik etablieren wird, ist keine neue Erkenntnis, denn bereits mit den sich in der Entwicklung befindlichen Programmen wie Revit erzielt man positive Ergebnisse wie auch das Ergebnis dieser Arbeit erkennen lässt. Ursprünglich ist man mit dem Hintergedanken der besseren Darstellungstechnik des Programmes und mit dem Vorurteil des größeren Zeitaufwandes in die Analyse gestartet. Diesem Argument ist hinsichtlich Darstellungstechnik Recht zu geben, denn der Planer hat den Gedanken nicht nur in horizontaler, sondern ab dem ersten Strich auch in vertikaler Ebene genau zu überlegen und zu koordinieren was auch den Grund für die Zeitverschiebung in der Zeitanalyse ausmacht. In Hinblick auf diese Tatsache ist nicht außer Acht zu lassen, dass die Wirtschaftlichkeitsanalyse an einen idealen Planungsprozess aufbaut. Aus praktischen Erfahrungen geht hervor, dass keine Planung ohne Änderungen verläuft egal wessen Ursprung das Verschulden hat. Deshalb ist es besonders wichtig, den Bauherrn bzw. Investoren mitzuteilen, dass die Investition an Zeit mit der 3D Variante in der Entwurfsphase besonders hoch ist. Es muss zum Zeitpunkt des Entwurfs die Idee vollständig durchdacht sein um aus dem dreidimensionalen Modell Ausführungspläne erstellen zu können. Die Erfahrung zeigt, dass Änderungen meist nach der Entwurfsphase auftreten. Dies wirkt sich bei der Verwendung der 2D Technologie geringer wie mit bei dem Einsatz der 3D Technologie aus, da die Investition an Zeit in den Anfangsphasen relativ gering ist. Diese Änderung des eigentlichen Planungsprozesses ist eine interessante Herausforderung für anstehende Projekte, wo weiterhin zeitliche Vergleiche aufgestellt werden unter Berücksichtigung

der Änderungsplanung. Bezüglich Anschaffungskosten kann bei beiden Varianten kein Vorzug festgestellt werden. Der Leitsatz Innovation braucht Zeit, Zeit kostet Geld trifft in diesem Fall nicht zu. Die Anschaffungskosten könnten aufgrund der geringen Differenz für den Entscheidungsprozess außer Acht gelassen werden. Genauer betrachten sollte man aber die Personalkosten. Diese entstehen aus dem Zeitaufwand der für die Planung eines Projektes aufgewendet werden muss. Es ist nämlich zu bedenken, dass mit der Größe eines Projektes die Kosten zugunsten der dreidimensionalen Variante sinken. Dies ist der Entwicklung der vierten Ebene oder auch BIM zu verdanken. Durch die Zusammensetzung intelligenter Bauteile während der Planung ist die Durchführung von Berechnungen, die ebenfalls einen maßgeblichen Anteil von Ingenieursleistungen beansprucht, mit relativ gleichbleibendem geringem Aufwand durchzuführen. Dies wirkt sich natürlich massiv auf die Personalkosten aus. Die qualitativen Kriterien sprechen gesamthaft betrachtet ebenfalls für das Programm Revit. Hier lässt sich im Gegensatz zum Kostenvergleich streiten, wie objektiv solche Aufstellungen sind. Um eine möglich hohe Objektivität in diese Phase des Entscheidungsprozesses zu bringen, wurden sämtliche Kriterien mit fachkundigen Personen, die beide Varianten beherrschen, diskutiert. Gemeinsam hat man Kriterien gefunden und gewichtet, die nicht nur die Erwartungshaltungen der Anwender, sondern auch die Ziele des Unternehmens befriedigen bzw. verbessern. Da das Ergebnis Kosten- und Wirksamkeitsüberhang zugunsten des Programmes Revit aufweist, kann von einer eindeutigen Entscheidung und somit richtigen Entscheidung im Sinne der vergangenen Investitionen gesprochen werden.

7.2 Umsetzung

Das Ergebnis ist eindeutig zu Gunsten der Innovationsvariante ausgefallen. Die Umsetzung wird basierend auf diesem Ergebnis in einem der größten Planungsbüros Europas durchgeführt. Alle neuen Projekte werden aufgrund einer Vorstandsentscheidung mit dem Programm Revit abgewickelt. Die Miteinbeziehung der Mitarbeiter in die weitere Entwicklung des Programmes wird zunehmend stärker verfolgt. Ersichtlich ist dies durch die immer stärker werdende Sparte BIM. Es gibt für jede Abteilung, Haustechnik, Elektro, Tragwerksplanung und Architektur einen sogenannten BIM Manager. Diese sind innerhalb der Projektabwicklung für die Verwaltung und Betreuung der 3D Modelle verantwortlich. Durch das spezifische Wissen der einzelnen Sparten und der guten Kenntnis des Programmes dieser Mitarbeiter, aufgrund ständiger Konfrontationen mit

Problemen im Planungsprozess, ist es möglich, das Programm für den integralen Planungsprozess zu entwickeln. Somit wirkt sich das Ergebnis zu einem gewissen Teil auf das gesamte Unternehmen aus. Ein Beispiel dafür ist die Berechnung der Heizlast. Diese Aufgabe ist im Aufgabengebiet der HKLS Ingenieure enthalten und wurde bis dato mit einem unabhängig von der Konstruktion geschaffenen Programm berechnet. Durch die dreidimensionale Konstruktion des Architekturmodelles liegt die Aufgabe bereits beim Architekten. Denn diese hinterlegen bereits direkt bei der Konstruktion die verschiedenen Kennziffern der Bauteile die für die Berechnung notwendig sind.

7.3 Empfehlungen

Die Auswahl einer Standardsoftware in einem Unternehmen passiert nicht von heute auf morgen. Auch nach der Entscheidung des Vorstandes ist der Einsatz des zweidimensionalen Programmes nicht unerlässlich. Beispiel dafür ist das Erstellen der hydraulischen Schemen. Viele Programme bieten die Möglichkeit der automatischen Generation von Hydraulikzusammenhängen an. Dies mag für den Einsatz von Kleinprojekten einigermaßen zutreffen, für die Bearbeitung komplizierter Energiekonzepte, die für jedes Projekt unterschiedlich aufgebaut sind, ist es aus heutiger Sicht noch nicht möglich. Laut Rückfragen von Programmierer für Softwareprogramme sollte dies jedoch in ferner Zukunft möglich sein. Um die richtige Software zu finden gibt es auch kein einheitliches Schema das angewendet werden kann. Jedes Unternehmen muss sich intensiv damit beschäftigen, um den Umstieg zur Innovationstechnologie nicht zu verpassen. Jedes Unternehmen hat seine eigenen Kriterien, die für die Erreichung der Gesamtziele notwendig sind. So benötigen Generalunternehmen die eine integrale Planung aus verschiedenen Abteilungen anbieten Programme, die grundlegend jede Abteilung verwenden kann, um auf einem gesamthaften Modell zu arbeiten. Auch die Miteinbeziehung der Mitarbeiter in den Entscheidungsprozess ist enorm wichtig. Viele Menschen denken nach dem Prinzip: „Vermeide alles was neu und auf den ersten Blick kompliziert ist“. Durch die Miteinbeziehung der Mitarbeiter in das Auswahlverfahren ist ein Einblick auf die Geschäftsidee gegeben und somit eine Umstellung der Arbeitsweise nicht neu. Viele Hersteller schmücken ihre angebotenen Programme auch immer mit der Gesamtlösung ohne Aufsatzprogramme. Dies muss auch wieder je Unternehmen quantifiziert werden. Kleinunternehmen mit einem nationalen Geschäftsfeld profitieren von solchen Lösungen. Für große Unternehmen, die international tätig sind,

ist der Einsatz solcher Lösungen in absehbarer Zeit nicht realisierbar. Grund dafür ist das breite Spektrum an spezifischen Landesnormen und Vorschriften. Es ist nicht möglich, weltweit Normen und Vorschriften in ein Programm zu packen, dafür sind sie zu unterschiedlich. Die vorangegangenen Gedankenführungen sollten auf etwas ganz spezielles Aufmerksamkeit gemacht haben und zwar die Vielfalt der verschiedenen Input und Outputgrößen, wobei unter Inputgrößen die große Variation an Planungsinstrumenten und unter Outputgrößen die große Anzahl an verschiedenen Firmenphilosophien, verstanden wird. Die Testphase bzw. Implementierungsphase sollte dabei wie in diesem Fall für eine Nachschaurechnung benutzt werden. Es können somit Ergebnisse vor und nach dem Auswahlprozess miteinander verglichen werden und vor allem kann noch frühzeitig reagiert werden. Das frühzeitige Erkennen von Fehlern ist immerhin besser wie das dauerhafte Setzen auf das falsche Los.

Literaturverzeichnis

Bücher/Zeitschriften/Zeitungen

Bernatz Theo/Lämmelin Gerhard/Rodrian Gerhard 1990: CAD

Computerunterstütztes Zeichnen und Konstruieren, Köln, Europa-Lehrmittel.

Blohm H./Lüder K. 1978: Investition, 4. Auflage, München

Bottler J./Horvath P./Kargl H. 1972: Methoden für die Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Datenverarbeitung, München, Verlag Moderne Industrie.

Bullinger H.-J./Hichert R./Voegele A./Warnecke H.J. 2003:

Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure, 3. Überarbeitete Auflage, München, Carl Hanser Verlag München Wien

Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten 2008: Leistungsbild TGA, In: Ziel- und Aufgabenbeschreibung, Wien, BIK-Verlag-Gesellschaft m.b.H.

Daum Andreas/Greife Wolfgang/Przywara Rainer 2009: BWL für Ingenieure und Ingenieurinnen, Hannover, Vieweg+Treibner GWV Fachverlag GmbH.

Däumler Klaus-Dieter 1996: Anwendung von Investitionsrechnungsverfahren in der Praxis, 4. Auflage, Herne/Berlin, nwb Verlag Neue Wirtschafts-Briefe.

Deltek 2012: Herausforderungen und Trends der Ingenieur- und Planungsbüros 2012, September 2012.

Deutsches Institut für Normung 1987: DIN 69901, Berlin, Beuth Verlag GmbH.

Dreehsen Heinz-Gerd 1994: CAD-Programme richtig auswählen, Oberhausen, VDI Verlag.

Goldhammer Dietmar 2012: Betriebswirtschaft für Architekten und Bauingenieure, Erfolgreiche Unternehmensführung im Planungsbüro, Düsseldorf, Vieweg+Treibner Verlag Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Hahn Rolf 2002: Projektmanagement für Ingenieure, o.O., Wiley-VCH Verlag GmbH.
Hanusch H. unter Mitarbeit von Biene P. und Schlumberger M. 1987: Nutzen-Kosten-Analyse, München, Vahlen Verlag.

Heim Wilma 1999: Die Einführung neuer Softwaresysteme, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse, Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag GmbH.

Horst Klaus W.ter 2009: Investition, 2. Aktualisierte Auflage, Stuttgart, W. Kohlhammer GmbH.

Hradetzky Reinhard 2012: Projektmanagement – Grundlagen, Hamburg, Carl Hanser Verlag.

Hoffmeister Wolfgang 2007: Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse, Eine entscheidungsorientierte Darstellung mit vielen Beispielen und Übungen, Oetzberg, BWV Berliner Wissenschafts Verlag.

Klein Hartmut 2008: Projektplanung, Basel/Boston/Berlin, Birkhäuser Verlag AG.

Lichfield N. 1962: Cost-Benefit-Analysis in Urban Redevelopment, Research Report 20, Real Estate Research Program, Institut of Business and Economic Research, University of California, Berkeley

Litke Hans-Dieter 2007: Projektmanagement, München, Carl Hanser Verlag.

Mühlenkamp Holger 1994: Kosten-Nutzen-Analyse, München, R. Oldenbourg Verlag GmbH.

Österreichisches Normungsinstitut 2008: ÖNORM H6010-1 Dokumente der Gebäudetechnik, Wien, Austrian Standards Institute.

Reichard Christoph 1987: Betriebswirtschaftslehre der öffentlichen Betriebe und Verwaltungen, 2. Auflage, Berlin/New York, Walter De Gruyter Incorporated Verlag.

Reisch Klaus 1979: Industriebetriebslehre, Moderne Wirtschaftsbücher, Wiesbaden, Gabler Verlag.

Ringes Georg 1976: Handbuch der Produktionsstättenplanung, Braunschweig, Vieweg & Teubner Verlag.

Rooney Joe/Steadman Philip, 1990: CAD Grundlagen von Computer Aided Design, München/Wien, Oldenbourg.

Scherer Eric 2003: Software – Auswahl perfekt organisieren, In: SSM Dossier KMU-Management, Nr.39, 2003, S. D30-D32.

Schröder Harald Jürgen 1970: Projekt-Management eine Führungskonzeption für außergewöhnliche Vorhaben, Wiesbaden, Gabler Verlag

Standish Group 2009: Standish 2009 CHAOS Report, Boston, Standish

Internetquellen

Autodesk 2013-1: Homepage der Firma Autodesk,
<http://www.autodesk.de/adsk/servlet/index?siteID=403786&id=16037647>, Stand:
19.06.2013.

Autodesk 2013-2: Homepage der Firma Autodesk,
<http://www.autodesk.de/products/autodesk-revit-family/features/mep>, Stand:
22.07.2013.

Autodesk 2013-3: Autodesk WikiHelp, Produkthilfe mit Community Wissen,
<http://wikihelp.autodesk.com/Revit/deu/2013/Help/0001-Revit-Hi0>, Stand: 10.05.2013.

Cambashi 2013: Homepage der Firma Cambashi,
<http://www.cambashi.com/specialist-aec-suppliers-in-europe-lead-the-way>, Stand:
15.07.2013.

Magi CAD 2013: Homepage der Firma Magi CAD,
<http://www.magicad.com/de/content/magicad-ventilation>, Stand: 14.05.2013

Müller-Prove Matthias 2013: User Experience and Interaction Design,
http://www.mprove.de/diplom/text/3.1.2_sketchpad.html, Stand: 20.07.2013.

pit – cup 2013: Homepage der Firma pit – cup,
<http://www.pit.de/deu/Startseite/start.htm>, Stand: 10.05.2013.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname